

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ  
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ  
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ

**Известия КГАСУ**  
**2013 г., № 1 (23)**

ББК 38  
И 33  
УДК 69

**Главный редактор:** д-р техн. наук, проф. Р.К. Низамов  
**Зам. главного редактора:** д-р техн. наук, проф., чл.-корр. АН РТ  
А.М. Сулейманов

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Адельшин А.Б., д-р техн. наук, проф.;	Мирсаяпов И.Т., д-р техн. наук, проф., советник РААСН;
Айдарова Г.Н., д-р архитектуры, проф.;	Померанцев А.Л., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Айдаров С.С., д-р архитектуры, проф., чл.-корр. РААСН;	Посохин В.Н., д-р техн. наук, проф.;
Загидуллина Г.М., д-р экон. наук, проф.;	Рахимов Р.З., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;
Каюмов Р.А., д-р физ.-мат. наук, проф.;	Родионова О.Е., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Королев Е.В., д-р техн. наук, проф.;	Соколов Б.С., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;
Кузнецов И.Л., д-р техн. наук, проф.;	Строганов В.Ф., д-р хим. наук, проф.;
Куприянов В.Н., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;	Сахапов Р.Л., д-р техн. наук, проф.;
Лежава И.Г., д-р архитектуры, академик РААСН;	Фурер В.Л., д-р хим. наук, проф.

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

Санчез А.П., д-р хим. наук, в.н.с. (Испания);	Фишер Х.-Б., д-р (Германия);
Тхин Н.В., д-р техн. наук, проф. (Вьетнам);	Элсайед Т.А., канд. техн. наук, доц. (Египет);
Фиговский О.Л., проф., член Европейской АН, иностранный член РААСН (Израиль);	Янотка И., канд. техн. наук, с.н.с. (Словакия).

**УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:**

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определяемый Высшей аттестационной комиссией (ВАК), рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Статьи рецензируются. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-25136 от 20 июля 2006 г.). Включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, ком. 79.  
Тел. (843) 510-46-39, факс (843) 238-37-71  
E-mail: patent@kgasu.ru Сайт: <http://izvestija.kgasu.ru>

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION  
KAZAN STATE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND ENGINEERING  
MINISTRY OF CONSTRUCTION, ARCHITECTURE AND HOUSING  
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN  
MINISTRY OF TRANSPORT AND ROADS  
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

## News of the KSUAE 2013, № 1 (23)

BBC 38  
I 33  
UDC 69

**Editor-in-Chief:** Dr. tech. sci., prof. Nizamov R.K.

**Deputy Editors-in-Chief:** Dr. tech. sci., prof., corr.-m. AS RT Suleimanov A.M.

### EDITORIAL BOARD:

Adelshin A.B., Dr. tech. sci., prof.;	Mirsayapov I.T., Dr. tech. sci., prof., counselor of RAACS;
Aydarova G.N., Dr. arch. sci., prof.;	Pomerantsev A.L., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Aydarov S.S., Dr. arch. sci., prof., corr.-m. RAACS;	Posochin V.N., Dr. tech. sci., prof.;
Zagidullina G.M., Dr. economics sci., prof.;	Rakhimov R.Z., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Kayumov R.A., Dr. phys-mat. sci., prof.;	Rodionova O.Ye., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Korolev E.V., Dr. tech. sci., prof.;	Sokolov B.S., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Kuznetsov I.L., Dr. tech. sci., prof.;	Stroganov V.F., Dr. chem. sci., prof.;
Kuprijanov V.N., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;	Sakhapov R.L., Dr. tech. sci., prof.;
Lezhava I.G., Dr. arch. sci., academic of RAACS;	Furer V.L., Dr. chem. sci., prof.

### INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

Sanchez A.P., Dr. chem. sci., head of department (Spain);	Fischer H.-B., Dr.-Ing (Germany);
Thinh N.V., Dr. tech. sci., prof. (Vietnam);	Elsayed T.A., Cand. tech. sci., associate prof. (Egypt);
Figovskiy O.L., prof., member of EAS, foreign member of RAACS (Israel);	Janotka I., Cand. tech. sci., head of unit (Slovakia).

### THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:

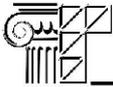
FSBEI of HHE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

The journal is included in the index of leading reviewed scientific journals and editions, defined by the Higher Attestation Commission, and recommended for publication of basic scientific results of dissertations on scientific degree of the doctor and the candidate of sciences. The articles are reviewed. Reproduction without the permission of editors is prohibited; citing references to the journal are obligatory.

It is registered by Federal agency on surveillance of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection (the certificate on registration PI № FS77-25136, dated July, 20th, 2006). It is included in the all-Russian catalogue of JCK «ROSPECHAT» Agency; an index of the edition is 36939.

### EDITORIAL ADDRESS:

420043, Kazan, Zelenaya 1, office 79  
Tel. (843) 510-46-39, fax (843) 238-37-71  
E-mail: patent@kgasu.ru Web-site: <http://izvestija.kgasu.ru>



<b>ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ</b>	
Агишева С.Т., Мубаракшина Ф.Д. Апробация положений научного исследования «Интеграция современной архитектуры с исторически сложившейся средой» на примере работ международного проектного семинара во Флоренции (ноябрь 2012 года)	7
Закирова Т.Р. Возникновение новых типов общественных зданий в архитектуре советской Казани и принципы их размещения в первые послереволюционные годы (1917 г. – середина 1930 г.)	17
<b>АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	
Вихляев А.А. К вопросу о проблемах развития жилой среды в малых городах Республики Башкортостан	24
Новикова А.Н. О специализации в профессии архитектора. Исторический очерк	30
Покка Е.В. Особенности функционального содержания рекреационных мостов	39
Покка Е.В., Агишева И.Н. Функциональное своеобразие современных рекреационных мостов	48
Смирнова С.Н. Типология энергоэффективных жилых зданий малой этажности для климатических условий среднего Поволжья	55
Халиуллин А.Р. Эко-устойчивая архитектура как симбиоз энергоэффективного и адаптируемого строительства	61
Шавалиева А.А., Копсова Т.П. Архитектурно-планировочные принципы формирования жилья для пожилых людей в условиях совместно-раздельного проживания нескольких поколений	70
<b>ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ</b>	
Иванова Е.А. Социальные последствия процесса вытеснения городских розничных рынков торговыми центрами 2000-х гг.	78
Исмагилова С.Х., Лобанова А.В. Ландшафтно-планировочные аспекты градоэкологической реконструкции природного комплекса Казани	85
Хегай И.В. Градостроительные приемы формирования социально-интегрированных комплексов жилой застройки	91
<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ</b>	
Енюшин В.Н., Крайнов Д.В. О влиянии излучательной способности поверхности исследуемого объекта на точность измерения температур при тепловизионном обследовании	99
Ершов В.А., Латышева Е.В., Ключников С.В., Седина Н.С. К построению диаграмм циклического нагружения бетона при одноосном сжатии	104
Куприянов В.Н., Сайфутдинова А.М. Статистический анализ годового хода располагаемого напора для оценки естественного воздухообмена жилых помещений	109
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ</b>	
Багоудинова А.Г., Золотоносов Я.Д., Князева И.А. Теплообменные аппараты типа «труба в трубе» с внутренним змеевиковым пружинно-витым каналом	120
Глязов Д.Г., Валиуллин М.А. Исследование гидравлических характеристик унифицированных узлов поквартирных систем отопления из медных труб	125
Зиганшин М.Г., Шаймуллина Э.А. Параметры обтекания газовым потоком элементов структуры тканевого фильтра в CFD-модели	129
Манешев И.О., Правник Ю.И., Садыков Р.А., Сафин И.А., Еремин С.А. Экспериментальное определение коэффициентов теплопроводности и эффективности сверхтонких теплоизоляционных покрытий	135
Правник Ю.И., Рахимов Р.Г., Фаизов А.И., Манешев И.О., Садыков Р.А., Еремин С.А. Исследование и расчёт водоподогревателя спирального типа ВПС-200	143
Хабибуллин Ю.Х., Барышева О.Б. Энергосберегающий регулятор расхода воздуха	150
Чирков А.М., Князева И.А., Золотоносов Я.Д., Багоудинова А.Г. Применение лазерной сварки для производства кожухотрубчатых теплообменных аппаратов нового поколения на базе пружинно-витых каналов	154
<b>ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ</b>	
Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С., Береговая В.А. Основные положения конструирования, проектирования и расчета блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков Часть 1. Основные исходные данные об аппарате очистки, о качественных и количественных параметрах нефтепромысловых сточных вод и требования к качеству их очистки	159
Адельшин А.Б., Нуруллин Ж.С., Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Хамидуллина А.А. Некоторые аспекты хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Казани	168
<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ</b>	
Анваров Б.Р., Латышов В.М., Латышова Т.В., Анваров А.Р. Долговечность железобетона в резервуарах чистой воды	174

<b>Бадертдинов И.Р., Хузин А.Ф., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З.</b> Исследование влияния добавки КДУ-1, модифицированной углеродными нанотрубками, на физико-механические характеристики высокопрочного фибробетона	182
<b>Солдатов Д.А., Абдрахманова Л.А., Старовойтова И.А.</b> Модификация гибридных связующих для получения теплоизоляционных и конструкционных материалов	192
<b>Солдатов Д.А., Хозин В.Г.</b> Теплоизоляционные материалы на основе соломы	197
<b>Строганов В.Ф., Куколева Д.А., Вахитов Б.Р.</b> Оценка биостойкости строительных материалов в биологически-активных средах	202
<b>Фурер В.Л., Пантелеева Т.А.</b> Геометрическая структура 1-(4-формилбензил)-4,4'-бипиридинума	208
<b>Хозин В.Г., Пискунов А.А., Гиздагуллин А.Р., Кузлин А.Н.</b> Сцепление полимеркомпозитной арматуры с цементным бетоном	214
<b>Хузин А.Ф., Габидуллин М.Г., Бадертдинов И.Р., Рахимов Р.З., Абрамов Ф.П., Юмакулов Р.Э., Низембаев А.Ш., Перепелица Е.М.</b> Комплексные добавки на основе углеродных нанотрубок для высокопрочных бетонов ускоренного твердения	221
<b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)</b>	
<b>Буркеев Д.О.</b> Инвестиционные проблемы воспроизводства жилого фонда	227
<b>Романова А.И.</b> Определение потребности в услугах капитального ремонта жилого фонда города Казань	234
<b>Сабилов И.Ф.</b> Предпосылки формирования и развития регионального рынка консультационных услуг в нефтедобывающем секторе экономики Республики Татарстан	242
<b>Сиразетдинов Р.М., Мавлютова А.Р.</b> Экодевелопмент как главный инструмент устойчивого развития инновационной экономики	249
<b>Фаррахов А.Г.</b> Основы управления коммунальным хозяйством и организационные формы предприятий коммунальных услуг	254
<b>Филатова Е.А.</b> Анализ налоговых поступлений в Республике Татарстан	259
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве)</b>	
<b>Асадуллин Э.З.</b> Повышение точности определения численных данных с использованием комплексного учета условий измерений	268
<b>ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в строительном вузе)</b>	
<b>Сафин Р.С., Вильданов И.Э., Корчагин Е.А.</b> К разработке структуры модели кластерного управления образовательной системой в вузе	276
<b>Сафина Г.И., Мингазова Р.А., Мубаракшина Ф.Д.</b> Московский фестиваль «Экотектура» – экологический проектный семинар для архитекторов России	282
<b>Строганов В.Ф., Громаков Н.С.</b> Роль взаимосвязи естественных наук и специдисциплин при подготовке экологических кадров	292
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	297



# CONTENTS

<b>ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION</b>	
<b>Agisheva S.T., Mubarakshina F.D.</b> Approbation of scientific research «Integration of contemporary architecture with the historical environment» in an example of the international design workshop in Florence (November 2012)	7
<b>Zakirova T.R.</b> The rise of the new types of the public buildings in architecture of soviet Kazan and principles of their accommodation at the first post-revolutionary years (1917 – middle of 1930ies)	17
<b>HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES</b>	
<b>Vikhlyaev A.A.</b> To the question about problems of the development living environment in the small towns of the Republic of Bashkortostan	24
<b>Novikova A.N.</b> Architectural design process	30
<b>Pokka E.V.</b> The functional particularity of modern recreation bridges	39
<b>Pokka E.V., Agisheva I.N.</b> The functional particularity of modern recreation bridges	48
<b>Smirnova S.N.</b> Typology of low-rise energy efficient residential buildings for the climatic conditions of the Middle Volga	55
<b>Khaliullin A.R.</b> Eco-sustainable architecture as a symbiosis of energy-efficient and adaptable building	61
<b>Shavaliyeva A.A., Kopsova T.P.</b> Architectural principles of the living environment for the elderly in joint-separation residence for multigeneration families	70
<b>URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING</b>	
<b>Ivanova E.A.</b> The social effects caused by replacement process of the city markets by shopping malls during 2000s	78
<b>Ismagilova S.Kh., Lobanova A.V.</b> Urban-ecological reconstruction landscape-planning aspects of Kazan city nature complex	85
<b>Khegay I.V.</b> Urban planning techniques of formation of socially integrated complexes of residential development	91
<b>BUILDING STRUCTURES, HOUSES</b>	
<b>Enyushin V.N., Kraynov D.V.</b> Influence of the emissivity of the surface of the prototype system on the accuracy of temperature measurement in the thermovision inspection	99
<b>Eryshev V.A., Latysheva E.V., Klyuchnikov S.V., Gray N.S.</b> To creation of charts of cyclic loading of concrete at monoaxial compression	104
<b>Kupriyanov V.N., Sayfutdinova A.M.</b> Statistical analysis of an annual course of an overpressure for an assessment of natural air exchange of premises	109
<b>HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING</b>	
<b>Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Knyazeva I.A.</b> Heat exchangers of the «pipe in pipe» type with the internal coil spring-twisted channel	120
<b>Gulyazov D.G., Valiullin M.A.</b> Study of hydraulic characteristics of standardized units of apartment heating systems with copper pipes	125
<b>Ziganshin M.G., Shaimullina E.A.</b> The flow parameters of structure elements of a fabric filter by gas flow in CFD-model	129
<b>Maneshev I.O., Pravnik Y.I., Safin I.A., Sadykov R.A., Eremin S.A.</b> Experimental determination of coefficients of heat conductivity and efficiency of superthin heat-insulating coverings	135
<b>Pravnik Y.I., Rakhimov R.G., Faizov A.I., Maneshev I.O., Sadykov R.A., Eremin S.A.</b> On the paper Calculation water heater spiral AMS-200	143
<b>Khabibullin Iu.Kh., Barysheva O.B.</b> Energy saving regulator of a consumption of air	150
<b>Chirkov A.M., Knyazeva I.A., Zolotonosov Ya.D., Bagoutdinova A.G.</b> Application of laser welding for shell and tube heat exchangers based on the new generation spring-twisted channels	154
<b>WATER SUPPLY, SEWERAGE, WATER CONSERVATION CONSTRUCTION</b>	
<b>Adelshin A.A., Adelshin A.B., Urmitova N.S., Beregovaya V.A.</b> Basic provisions of designing, design and calculation of block installations of purification of oil-field sewage with use of the twirled streams Part 1. Basic data on the cleaning device, on qualitative and quantitative parameters of oil-field sewage and requirements to quality of their cleaning	159
<b>Adelshin A.B., Nurullin G.S., Busarev A.V., Sheshegova I.G., Khamidoullina A.A.</b> Some aspects of the drinking water supply system of Kazan	168
<b>BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS</b>	
<b>Anvarov B.R., Latypov V.M., Latypova T.V., Anvarov A.R.</b> Durability of reinforced concrete in water supply systems	174
<b>Badertdinov I.R., Khuzin A.F., Gabidullin M.G., Rakhimov R.Z.</b> Research of influence of an additive of KDU-1 modified by carbon nanotubes, on physicommechanical characteristics of high-strength fiberconcrete	182
<b>Soldatov D.A., Abdrakhmanova L.A., Starovoitova I.A.</b> Modification of hybrid binders for insulation and construction materials	192

<b>Soldatov D.A., Khozin V.G.</b> Heat-insulating materials on the basis of straw	197
<b>Stroganov V.F., Kukoleva D.A., Vakhitov B.R.</b> Evaluation of biological stability of construction materials in the biologically-active media	202
<b>Furer V.L., Panteleeva T.A.</b> Geometric structure of 1-(4-formylbenzyl)-4,4'-bipyridinium	208
<b>Khozin V.G., Piskunov A.A., Gizdatullin A.R., Kuklin A.N.</b> Adhesion fiber-reinforced polymer bars with cement concrete	214
<b>Khuzin A.F., Gabidullin M.G., Badertdinov I.R., Rakhimov R.Z., Abramov F.P., Yumakulov R.E., Nizembaev A.Sh., Perepelica E.M.</b> Complex additives based on carbon nanotubes for rapid hardening high strength concrete	221
<b>ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)</b>	
<b>Burkeev D.O.</b> Investment problems of housing reproduction	227
<b>Romanova A.I.</b> Determining the need for the services of repair of the housing stock in Kazan	234
<b>Sabirov I.F.</b> Prerequisites for the formation and development of the regional market of consulting services in the oil sector of the economy of the Republic of Tatarstan	242
<b>Sirazetdinov R.M., Mavlyutova A.R.</b> Ekodevelopment as the main tool for sustainable development	249
<b>Farrakhov A.G.</b> The basics of management of municipal services and organizational forms of the enterprises of the communal services	254
<b>Filatova E.A.</b> The analysis of tax revenues in the Republic of Tatarstan	259
<b>MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building)</b>	
<b>Asadullin E.Z.</b> Increase the accuracy of the calculated data with using an integrated accounting measurement conditions	268
<b>THEORY AND VOCATIONAL TRAINING TECHNIQUE (in engineering higher educational institution)</b>	
<b>Safin R.S., Vildanov I.E., Korchagin E.A.</b> On the development of structure of model of cluster management of educational system in higher education institutions	276
<b>Safina G.I., Mingazova R.A., Mubarakshina F.D.</b> Moscow Festival «Ekotektura» – environmental workshop for architects in Russia	282
<b>Stroganov V.F., Gromakov N.S.</b> The role of the relationship of natural sciences and special disciplines in the preparation of environmental staff	292
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	297



УДК 72.01

Агишева С.Т. – ассистент, аспирант

E-mail: agisheva@mail.ru

Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Апробация положений научного исследования  
«Интеграция современной архитектуры с исторически сложившейся средой»  
на примере работ международного проектного семинара во Флоренции  
(ноябрь 2012 года)**

**Аннотация**

В статье изложен вариант апробации в практическом проектировании теоретических положений научного исследования, касающегося включения современной архитектуры в исторически сложившуюся среду города.

Проведенная апробация связана с исследованием влияния регенерации, интеграции и активизации исторически ценных объектов и территорий исторических городов как на их современный городской ландшафт, так и на жизнь самих горожан.

Названное исследование рассмотрено в контексте работы международного проектного семинара на тему: «Документация квартала Сан-Никколо в историческом центре г. Флоренция, Италия. Анализ для развития предложений по реконструкции и переквалификации городского ландшафта», проходившего в итальянском городе Флоренция в ноябре 2012 года.

**Ключевые слова:** регенерация, интеграция, активизация, современная архитектура, историческая среда, проектный семинар.

В ряде стран, прежде всего в странах Европы, *регенерация, интеграция и активизация культурного и исторического наследия* все чаще рассматриваются как движущая сила развития исторических городов в целом (heritage-led regeneration).

Развитие общества меняет организационную систему города, выражением которой служит его пространственная структура. Исторический процесс выдвигает все новые и новые требования к городской среде. Существующие в наши дни нормы отношений между людьми и формирующиеся общественные структуры получают свое выражение в новых образах и формах, складывающихся в современные архитектурно-градостроительные системы.

«Сохранить или изменить? Как преобразовать / трансформировать городскую среду, развивая, а не разрушая ее?». Это главные вопросы, которые задает себе сегодня архитектор. Ответить на них могут принципы регенерации, активизации исторически ценных объектов и территорий современного городского ландшафта, а также принципы интеграции современной архитектуры с исторической средой города.

*Регенерация* (от лат. regenerate – возрождение, восстановление) – это процесс восстановления, возобновления, возмещения чего-либо в процессе развития, деятельности или обработки [5]. Этот термин изначально использовался в биологии и в смежных ей науках, однако успешно используется также и в области архитектуры.

Регенерация в архитектуре рассматривается как восстановление утраченных частей, композиционной целостности исторических городов или их центров, отдельных архитектурных ансамблей и комплексов, зданий и сооружений. Вопрос осуществления регенерации исторических центров городов стоит сегодня особенно остро.

Задачи регенерации включают в себя:

- бережное отношение к сложившейся городской среде;
- увеличение функциональной емкости городской ткани;
- поддержку традиционных планировочных и композиционных характеристик среды;
- интенсивное использование городского пространства;

– восстановление утраченного качества среды;  
– обеспечение непрерывности функционирования городских пространств в процессе реконструкции [6].

*Активизация* (от лат. *actīvus* – деятельный) – это переход от состояния покоя к движению, развитию; усиление, оживление деятельности и активности [3].

*Интеграция* (от лат. *integratio* – соединение; англ. *integration*) – это процесс, результатом которого является достижение единства и целостности, согласованности внутри системы, основанной на взаимозависимости отдельных специализированных элементов [8]. То есть целью процесса интеграции является тесное взаимодействие и объединение в единое целое каких-либо частей системы или ее элементов.

В сложившейся ситуации недостаточно рассматривать памятники архитектуры как неизменяемые единицы в системе городской среды, так как существует опасность превращения данной среды в «музей» или «памятник», которые могут привести к ее деградации и стагнации. Здание может быть «музеем», но не может быть «музейным экспонатом». Архитектура, оторванная от жизни, теряет свои качества, в том числе и эстетические. Не включенная в систему социальных функций, она воспринимается лишь ретроспективно. Как отметил один из итальянских архитекторов и преподавателей Университета Флоренции и Университета Павии – Сандро Парринелло: «Город – это живой организм, который находится в постоянном движении. Его развитие обусловлено историческим характером. Самый великий и древний город будет жив, пока в нем живут люди – иначе он превратится в памятник самому себе» [14].

Поэтому политика в области сохранения и регенерации архитектурного наследия основывается на следующих принципах:

– необходимое активное участие общества (в большей степени местных жителей) в сохранении объектов культурного наследия и его интеграции с социальной и экономической жизнью города («витализация»);

– интеграция наследия с повседневной жизнью города и превращение ее в неотъемлемый и обязательный элемент современной урбанизированной среды (в том числе создание креативных кластеров – то есть самокупаемых внутригородских вкраплений тематической среды обитания как ретроспективного, так и футуристического (модельного) характера) [1].

На сегодняшний день современное понимание историко-архитектурного наследия предполагает сохранение не только отдельных памятников архитектуры, но и целых исторических комплексов и даже городов с их сложившимся укладом жизни. Профессиональное обсуждение этой проблемы началось еще в 60-х годах XX столетия. В одном из докладов на коллоквиуме в 1967 году в Испании озвучивалась мысль о том, что в результате произошедшей эволюции идей в различных странах Европы стало общепризнанным, что целые городские кварталы и даже целые города с их социумом заслуживают быть включенными в списки памятников архитектуры [4]. Эти подходы реализуются в Европе последние 30 лет.

Лишь немногие города с ценным архитектурным наследием имеют предпосылки к консервации их исторического ландшафта. Большинство из них – это объекты Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО, такие, как крупные городские исторические центры, находящиеся в основном в Средиземной и Западной Европе. К ним относятся города Зальцбург, Вена, Лион, Страсбург, Ливерпуль, Эдинбург, Рим, Ватикан, Венеция, Неаполь, Флоренция и другие [2].

Для большинства городов сохранение архитектурного наследия закономерно и связано с укладом и традициями жизни их резидентов. То, что, например, еще «вчера» рассматривалось как объекты, не заслуживающие внимания, как подлежащая сносу малоценная застройка, сегодня является предметом особой заботы, объектом тщательных исследований и всесторонних усилий, направленных на его сохранение. Памятник архитектуры, лишенный своего естественного окружения в виде сопутствующей ему городской среды, теряет свою значимость и ценность для исторического развития города. [4]. Подлинное решение проблемы требует включения памятников архитектуры в процессы современной жизни, в систему современной культуры и в то же время включения современной архитектуры в

исторически сложившуюся среду города. Следствием этого становится необходимость сохранения самой ткани исторического города, вливая в нее новую жизнь, заставляя служить новым задачам, предопределяя ей новое функциональное содержание.

С названными проблемами сохранения архитектурного наследия, подразумевающими одновременное удовлетворение потребностей современного развития как исторически сложившейся среды, так и ее обитателей, и в то же время с проблемами интеграции современной архитектуры в историческом центре города сталкивается и г. Флоренция. Весь ее сохранившийся исторический центр в 1982 году был объявлен памятником истории и внесён в список объектов Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО. Площадь современной Флоренции составляет около 102 кв. км, где исторический центр, имеющий площадь 505 га, сохранился практически нетронутым со времён эпохи Возрождения (XV-XVI вв.) [7]. В данном случае в городе происходит столкновение с проблемой не только нового функционального использования памятников архитектуры, но и столкновение идейно-образного воздействия качественно новой архитектуры на сознание горожан с устоявшимися традициями (а также возможными их трансформациями), поддерживаемые жесткими правилами по управлению объектами Всемирного культурного наследия.

Организациями, ответственными за управление и контроль памятниками архитектуры, как, например, во Флоренции, являются Муниципалитет Флоренции (Municipio di Firenze), Департамент культуры (Assessorato di Cultura) и Управление тематического отдела и проекта «Культура» (Direzione Ufficio Tematico e di Progetto «Cultura») [2, стр. 6-7]. В итальянских городах администрация города действует исключительно совместно с другими институтами по вопросам сохранения и развития исторического центра города. Поэтому во Флоренции, как и во многих европейских городах, в историческом центре сохраняется уникальная объемно-планировочная структура, где каждое здание независимо от уровня его значимости и ценности является частью городского ансамбля. Все это формирует особый стиль и образ города, способствующий сохранению связи времен.

Однако, несмотря на сильную законодательную базу и ряд ограничений с преобразованием исторического центра города, надо помнить, что памятники архитектуры и исторически сложившаяся среда являются компонентами города с его естественными потребностями живого организма, в котором происходят постоянные обновления и качественные изменения. Города становятся богаче в своих эстетических свойствах, когда время вносит свои поправки. Поэтому главной задачей является формирование комфортной городской среды, обеспечивающей развитие в области реставрации и реконструкции исторического наследия, а также его адаптация и включение в современную среду.

Подобные вопросы о влиянии регенерации, интеграции и активизации исторически ценных объектов и территорий на современный городской ландшафт, а также задачи сохранения и развития архитектурного наследия были поставлены в рамках международного проектного семинара, проходившего 20-23 ноября 2012 года в итальянском городе Флоренция на тему: «Документация квартала Сан-Никколо в историческом центре г. Флоренция, Италия. Анализ для развития предложений по реконструкции и переквалификации городского ландшафта».

В семинаре принимали участие Университет Флоренции, Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ) и Московский архитектурный институт (МАрХИ). Поставленные семинаром проблемы решал международный творческий коллектив в составе студентов и преподавателей кафедры проектирования зданий инженерно-архитектурного факультета КГАСУ, студентов архитектурного факультета МАрХИ, а также аспирантов и преподавателей Университета Флоренции.

**Кураторы семинара:**

проф. Стафано Бертоцци (*Университет Флоренции*), г. Флоренция, Италия;

к. арх., доц. Фаина Мубаракшина (*КГАСУ*), г. Казань, РТ, Россия;

к. фил. наук, проф. Валерий Бгашев (*МАрХИ*), г. Москва, Россия.

**Руководители проектных групп:**

Суфия Агишева, *аспирант (КГАСУ)*, г. Казань, Россия;

Андреа Пагано, аспирант (Университет Флоренции), г. Флоренция, Италия;  
Маттео Паскуини, аспирант (Университет Флоренции), г. Флоренция, Италия;  
Грациэлла Дель Дюка, аспирант (Университет Флоренции), г. Флоренция, Италия;  
Сильвия Бертакки, аспирант (Университет Флоренции), г. Флоренция, Италия.

**Проектные группы:**

**Группа № 1. Тема «Реконструкция площади Демидова»:**

Руслан Айбушев, студент 5 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия;  
Анастасия Титова, студент 3 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия;  
Александра Панкова, студент 4 курса (МАрХИ), г. Москва, Россия;  
Оксана Ткаченко, студент 4 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия.

**Группа № 2. Тема «Реконструкция парка и набережной около площади Подджи»:**

Гульнара Сафина, студент 4 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия;  
Карина Ситдикова, студент 4 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия;  
Алина Карасева, студент 4 курса (МАрХИ), г. Москва, Россия;  
Лилия Гумерова, студент 4 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия.

**Группа № 3. Тема «Реконструкция площади и подъема Подджи»:**

Сергей Быков, студент 5 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия;  
Илона Острая, студент 3 курса (КГАСУ), г. Казань, РТ, Россия;  
Маргарита Петрова, студент 4 курса (МАрХИ), г. Москва, Россия.

**Цель проектного семинара:** создание предложений по развитию проектных территорий с целью улучшения качества исторической среды и повышения привлекательности данных территорий для жителей города и туристов посредством использования принципов регенерации, интеграции и активизации исторически ценных объектов и территорий, а также включения современной архитектуры в исторически сложившуюся среду города.

**Задачи проектного семинара:**

- 1) создание на основе анализа ситуации новых концепций по корректировке функционального назначения или переквалификации, а также реконструкции проектных территорий;
- 2) максимальное сохранение объектов культурного наследия и ценных, а также градоформирующих объектов и территорий;
- 3) интеграция наследия с повседневной жизнью города («витализация») и превращение ее в неотъемлемый элемент современной урбанизированной среды.

**Историческая справка по проектным территориям.**

Предлагаемые проектные площадки находятся в пределах исторического центра Флоренции в районе Ольтранно (Oltrarno), который представляет собой большую территорию на левом берегу реки Арно, находящуюся за мостом Понте Веккио (единственный уцелевший мост во времена Второй мировой войны). Район изобилует уникальными памятниками истории и архитектуры: великолепными парками (сады Боболи и Бардини, сад Роз), роскошными дворцами и музеями (Дворец Питти, музей Бардини), включает церкви Святого Духа и Санта Мария-дель-Кармине, площадь Подджи (Piazza G. Poggi) с подъемом, а также смотровую площадку, с которой открывается вид на весь город, – площадку Микеланджело (Piazzale Michelangelo) и другими.

Все площадки для трех проектных групп расположены в квартале Сан-Никколо (Rione di San Niccolò). На территории данного квартала расположена церковь Сан-Никколо XII века (Chiesa di San Niccolò), перестроенная в XIV веке. Именно здесь в 1530 году, когда Флорентийскую республику захватили войска императора Карла V, в подвале под колокольной прятался Микеланджело. Церковь Сан-Никколо дала имя центральной улице квартала, башне с воротами Сан-Никколо (Porta San Niccolò), мосту Сан-Никколо (Ponte San Niccolò) через реку Арно, а также и всему кварталу [9].

**Работа проектных групп**

**Группа № 1. Тема «Реконструкция площади Демидова».**

**Ситуация:** Площадь Демидова (Piazza Demidoff) расположена на набережной Серристоры (Lungarno Serristori) вблизи моста Понте-алле-Грацие (Ponte alle Grazie) и таких объектов, как дворец Серристоры (Palazzo Serristori), церковь Сан-Николо, музей

Стефано Бардини (Museo Stefano Bardini), и представляет собой элемент зеленого каркаса города – сквер. К территории сквера примыкает улица Ренаи (via dei Renai), на которой расположены гостиница, бары, рестораны, кафе. Улица ниже отметки уровня набережной на 2 метра, что подчеркивается подпорной стенкой по трем сторонам сквера. В теплое время года на территории сквера выделяют зону для устройства летнего кафе.

Набережная Серристоры была создана во второй половине XIX века, что повлекло разрушение мельницы Сан-Никколо на площади Мулина ди Сан-Джорджио (Piazza Mulina di San Giorgio) и создание нового фасада набережной [10].

До середины XIX века эта площадь имела иное название – площадь Мулина ди Сан-Джорджио, а в настоящее время площадь носит имя потомка одного из знаменитейшего и богатейшего рода в Российской империи – мецената и театрала Николоая Никитича Демидова (1773-1828 гг.). В 1822 году он переехал во Флоренцию. Демидов жил в самом бедном районе города того времени – Ольтарно. Проживая в квартале Сан-Никколо, он основал и содержал до конца своей жизни приют для престарелых, аптеку и бесплатную начальную школу для мальчиков из бедных семей, чем снискал уважение горожан. После смерти Демидова его дети Анатолий и Петр заказали у скульптора Лоренцо Бартолини мраморный памятник, чтобы увековечить память об отце. Скульптурная группа была завершена лишь в 1871 году учеником Лоренцо Бартолини Паскуале Романелли. Тогда же было принято решение поместить композицию на площади Мулина ди Сан-Джорджио, примыкавшей к дворцу Серристоры. Площадь, соответственно, была переименована в площадь Демидова [11].

**Анализ ситуации:** ландшафтно-визуальный и полифункциональный анализ выявил достоинства и недостатки территории. Достоинства территории: 1) транспортная и пешеходная доступность; 2) близость к основным знаковым историческим объектам; 3) панорамное восприятие набережной и исторического центра; 4) визуальные связи с основными архитектурными памятниками Флоренции. Отрицательные качества территории: 1) функциональная несвязанность площади и сквера с прилегающей застройкой; 2) недостаточная благоустроенность территории; 3) нехватка парковочных мест.

**Вывод:** отсутствие связи между территорией площади и сквера с прилегающей застройкой, изобилующей кафе и барами, затрудняет и в некоторой степени затормаживает развитие данной территории.

**Подход / метод (методика преобразований):** формирование связи между проектной территорией и прилегающей застройкой с сохранением основного существующего функционального назначения территории как парковой зоны.

**Проектное предложение:** так как сегодня уровень улицы Ренаи ниже территории набережной Серристоры и сквера / площади Демидова, что визуально и функционально отделяет парковую и развлекательную зону, то главным решением является формирование связи между двумя этими зонами.

Проектное предложение предусматривает сокращение ширины тротуаров и проезжей части улицы Ренаи с сохранением зон открытых кафе и парковок вдоль фасадов зданий. Перепад высот позволяет создать необходимое количество парковочных мест, организовав парковку в подземной части площади, а также полуоткрытую парковку вдоль территории по улице Ренаи. Таким образом, площадь сквера увеличивается почти на  $\frac{1}{4}$  часть за счет создания конструкций навеса с эксплуатируемой озелененной крышей для полуоткрытой парковки. Реконструкция территории, связанная с созданием подземной парковки, не затрагивает изменения, связанные с перемещением, ликвидацией или заменой существующих высокоствольных деревьев (*прим.* в исторической части города недостаточное количество озелененной территории, поэтому вырубка деревьев не разрешается). Подразумевается модернизация растительного покрова и кустарников, отдельных элементов покрытия и малых архитектурных форм.

Функциональная непрерывность и связь площади с прилегающей застройкой осуществляется с помощью организации лестничного подъема с уровня улицы Ренаи на территорию сквера, созданием террасированных площадок-скамеек, а также небольших малоэтажных павильонов и кафе. Сомасштабные современные объекты не конкурируют с памятниками архитектуры, а намеренно контрастируют с окружающей застройкой,

подчеркивая их неоспоримую значимость и формируя целостный архитектурный ансамбль. Нейтральные материалы – стекло, бетон и дерево – делают вторжение в исторически сложившуюся среду максимально деликатным.

**Практический вывод:** в данном проектном предложении решаются проблемы функциональной несвязанности площади / сквера и прилегающей застройки, в том числе основные вопросы не только данной территории, а вопросы на уровне города – устройство дополнительных парковочных мест, увеличение площади озеленения.

**Теоретический вывод:** пространство не выполняет социально активную роль, но значительно совершенствует жизненное пространство каждого индивидуума.

**Группа № 2. Тема «Реконструкция парка и набережной около площади Поджи».**

**Ситуация:** территория парка находится на стыке двух набережных Серристоры (Lungarno Serriatori) и Челлини (Lungarno B. Cellini) и представляет собой территорию с подпорными стенами по трем сторонам. К парку на нижней террасе примыкает территория, которая является заросшей кустарниками и травой отмелью реки Арно и на сегодняшний день используется жителями как городской пляж и спортивные площадки в теплое время года. Рядом с парком находится комплекс площади Поджи с подъемом и смотровой площадкой Микеланджело. В 1356 году на территории площади Мулина ди Сан-Джорджо (сегодня – площадь Демидова) была выстроена мельница Сан-Никколо. Также существовал канал, который имел начало от плотины Сан-Никколо, проходил вдоль набережной Серристоры и впадал в реку Арно около моста Понте-алле-Грацие. А территория нынешнего парка была местом слежения за состоянием плотины [12].

**Анализ ситуации:** в ходе многоуровневого анализа, а также социологического опроса выявлены достоинства и недостатки территории. Достоинства: 1) большой рекреационный потенциал территории; 2) наличие выхода к реке Арно; 3) панорамное восприятие всего исторического центра по обе стороны реки; 4) пешеходная и транспортная доступность. К недостаткам можно отнести: 1) отсутствие у территории конкретного функционального назначения; 2) неразвитую инфраструктуру и недостаточность благоустройства; 3) отсутствие парковочных мест для автомобилей; 4) исключительно сезонное использование территории.

**Вывод:** несмотря на то, что реконструируемая территория является ценнейшим рекреационным элементом города, географически располагается в историческом центре и имеет пешеходную доступность к основным памятникам Флоренции, в силу сезонного использования и отсутствия развитой инфраструктуры территория эксплуатируется не в полную ее мощность, а, следовательно, не пользуется большой популярностью для отдыха и спорта горожан.

**Подход / метод (методика преобразований):** многократное повышение функциональной плотности на реконструируемой территории и круглогодичное интенсивное использование.

**Проектное предложение:** согласно концепции реконструкции, парк и набережная на нижнем уровне решены как общественная территория. Для повышения привлекательности места и активизации рекреационного потенциала, в силу его некоторой удаленности от активной центральной исторической части города, предлагается насытить дополнительными функциями. Территорию решено разделить на зоны публичной активности для проведения перформансов, презентаций и других значимых мероприятий для взрослых и детей.

На территории парка предлагается новое функциональное зонирование с элементами реконструкции: 1) устройство дополнительных входов на территорию парковой зоны, один из которых решен в виде мостовой конструкции над пандусом, соединяющим парк и набережную на нижнем уровне, что позволяет улучшить доступ к территории с набережной Серристоры, т.е. со стороны сосредоточения основных памятников архитектуры Флоренции на противоположном берегу реки Арно; центральный вход, обращенный к площади и подъему Поджи, загружается дополнительной функцией – организацией парковки для велосипедов; третий вход организуется со стороны набережной Челлини; 2) в центральной части парка предполагается усовершенствование зоны кафе, которое будет работать круглогодично; 3) предлагается организация зон отдыха с

террасированными площадками-скамейками по обе стороны от кафе, которые выступают в виде смотровых площадок на основные панорамные виды набережной реки Арно со знаковыми объектами Флоренции – мостом Понте Веккио, галереей Уфиццы, зданием Национальной библиотеки, базиликой Святого Креста и другими; 4) зона между центральным и боковым входами со стороны набережной Челлини отдается под детскую зону развлечений – мини-театр и мини-кинотеатр под открытым небом, игровые площадки. Нижний уровень набережной отводится под спортивные площадки, пляж и прогулочные зоны. Проблема нехватки парковочных мест для автомобилей решается путем устройства платформ, которые при затоплении территории, превращаются в плавучие конструкции. Предлагается организация кинотеатра под открытым небом с проецированием изображения на одну из подпорных стен парка, а также использование стен набережной Серристоры в качестве экспозиционных поверхностей, что может выступать саморекламой территории и тем самым способствовать ее популяризации.

**Практический вывод:** парк и территория набережной становятся логическим завершением / началом общей пространственной (градостроительной) композиции «Парк – площадь и подъем Поджи – смотровая площадка Микеланджело» и превращаются в самодостаточный активный рекреационный центр города.

**Теоретический вывод:** социум получает новейшие формы культурно-бытового обслуживания.

### **Группа № 3. Тема «Реконструкция площади и подъема Поджи».**

**Ситуация:** площадь находится между набережными Серристоры, Челлини и ул. Сан-Никколо и носит имя архитектора Джузеппе Поджи. До 1911 года она называлась площадью Мулина, затем взяла свое нынешнее название – площадь Поджи.

В 1865 году, когда Флоренция была столицей Италии, Джузеппе Поджи создал внушительный лестничный пролет, носящий название подъем Поджи (Rampe del Poggi), ведущий от площади Мулина к площади, посвященной великому Микеланджело, с которой открывается панорама на весь исторический центр. Также к площади Микеланджело ведет извилистая дорога по северному склону холма – бульвар Поджи (viale Giuseppe Poggi). Реконструкция площади Мулина, создание новой площади Микеланджело, подъема Поджи, а также подъема от площади Микеланджело к базилике Сан-Маньято (Chiesa di San Maniato al Monte) на вершине холма, было единым проектом, который должен был отвечать новому статусу города, как столицы Италии [12].

Со времен выдающихся архитекторов XVI века Джорджо Вазари (Giorgio Vasari) и Бернардо Буонталенти (Bernardo Buontalenti), архитектор Поджи наиболее повлиял на облик Флоренции, которую мы видим сегодня. Так, например, на площади Поджи (бывшая площадь Мулина) находится башня с воротами Сан-Никколо, выстроенными в 1324 году и являющимися частью крепостной стены. Крепостная стена (Mura di Firenze) была создана тогда, когда и сам город Флоренция, и вместе с ним длительное время расширялась, появлялись новые пояса стен. Значительная часть стены и многие крепостные сооружения были разрушены в конце XIX века для реконструкции города и создания кольца бульваров, автором которых был Джузеппе Поджи. Ворота Сан-Никколо являются единственными уцелевшими воротами во Флоренции, сохранившими свою первоначальную высоту [13], однако потерявшими окружающие крепостные стены в ходе реконструкции площади и создания подъема Поджи.

**Анализ ситуации:** натурное обследование выявило положительные и отрицательные качества территории. Достоинства: 1) на реконструируемой территории расположен памятник архитектуры XIV века – ворота Сан-Никколо; 2) визуальная связь со всеми главными архитектурными памятниками Флоренции; 3) панорамное восприятие исторического центра города; 4) достаточная озелененность территории; 5) пешеходная и транспортная доступность. К недостаткам можно отнести: 1) функциональную несвязанность между двумя историческими объектами – воротами Сан-Никколо и подъемом Поджи; 2) использование территории под парковку (площадь Поджи) и транспортный и пешеходный транзит (подъем Поджи); 3) недостаточно развитую инфраструктуру; 4) недостаточное количество парковочных мест.

**Вывод:** данная территория, имеющая большой рекреационный потенциал, рассматривается горожанами и туристами лишь как элемент вертикальной коммуникации между набережной и смотровой площадкой – площадью Микеланджело.

**Подход/метод (методика преобразований):** сохранение сложившихся планировочных и композиционных характеристик среды; создание привлекательной/интерактивной среды для местных жителей и туристов различных социальных слоев и возрастных групп путем включения новых и усовершенствования существующих функций, т.е. создание креативного кластера на базе объектов культурного наследия.

**Проектное предложение:** основной идеей является активизация пространства за счет создания функциональной связи между двумя историческими объектами – воротами Сан-Николо и подъемом Поджи. Предлагается создание креативного кластера с полифункциональным использованием территории, ориентированное на различные группы населения по доходам, интересам и потребностям с целью вовлечения жителей города и туристов в процессы городского развития, что ведет к преобразованию реконструируемой территории.

Чтобы избежать сегодняшней ситуации использования территории площади Поджи только как места для парковки, а подъема как транспортного и пешеходного транзита, площадь и подъем решены как общественная территория, передвигаться по которой можно будет либо только пешком, либо на экологичном виде транспорта, вроде велосипедов или самокатов. Следовательно, транспортные потоки направляются в обход подъему, т.е. предлагается частично перекрыть улицу Бастиони (via dei Bastioni), пересекающую подъем Поджи, на постоянной основе или только во время праздников и выходных дней. Это позволит сохранить непрерывность рекреационной системы, а также функциональных процессов на рассматриваемой территории. Принято решение оставить на площади Поджи функцию парковки и транзита, а необходимые дополнительные парковочные места организовать за счет перекрытия участка улицы Бастиони.

Ворота Сан-Никколо и подъем Поджи получают визуальную и функциональную связь благодаря добавлению новых и усовершенствованию существующих функций. Предлагается создание мультифункциональных трансформируемых сцен / платформ на первом уровне подъема, предназначенных для разного вида развлечения и отдыха: организации театральных представлений, концертов, кинопросмотров, спортивных соревнований, общественных митингов, выставочных площадок, баров, кафе и т.д. Ворота Сан-Никколо в этом случае будут играть роль экрана для проецирования видео, а также являться элементом «декорации» для различных видов представлений на фоне исторического центра города. Так как ворота являются высотным акцентом территории, ориентиром в структуре всего города и просматриваются с набережных по обе стороны реки Арно, то спроецированное видео и своеобразная подсветка становятся элементом рекламы, что повышает привлекательность территории.

Согласно концепции активизации пространства, территорию площади и подъема принято разделять по функциональному назначению на повседневное использование, а также использование в выходные и праздничные дни. Данное разделение призвано обеспечить различные виды отдыха для горожан и туристов: пассивный отдых (подъем / транзит, прогулки, релаксация); активный отдых (развлекательного, спортивного и игрового характера); зрелищный и познавательный отдых (культурного и информационного характера). Таким образом, территория площади и подъема сможет интенсивно функционировать и использоваться круглогодично и круглосуточно (365 дней в году, 24 часа 7 дней в неделю).

**Практический вывод:** Активизация общественных пространств на территории, путем внесения новых и усовершенствования существующих функций, позволит сформировать новую урбанизированную среду на своеобразном историческом каркасе.

**Теоретический вывод:** социум получает более развитую форму публичных отношений.

**Выводы (результаты) по выполнению поставленных задач:**

Все проектные предложения по трем территориям решены с учетом принципов активизации, регенерации и интеграции исторически ценных объектов и территорий. Использование названных принципов позволило выработать решения, в которых многократно

повышена функциональная плотность территорий, существующие объекты адаптированы к новым функциям, созданы новые эстетически качественные пространства и объекты, осуществлен баланс между транспортными и пешеходными потоками, созданы четкие цельные образы реконструируемых территорий при всем многообразии функциональных зон для жизни, работы, развлечений и отдыха горожан и туристов.

Принятые решения, основанные на принципах интеграции архитектурного наследия с современной жизнью города, а также интеграции современных элементов архитектуры с исторически сложившейся средой, успешно иллюстрируют возможность преобразования и активного приспособления исторически сложившейся среды к современным требованиям городской жизни. Таким образом, регенерация, интеграция и активизация исторически ценных объектов и территорий позволяют создать усовершенствованную или совершенно новую среду на своеобразной исторической основе, что дает возможность формирования современного городского ландшафта, а также образа жизни каждого как конкретного индивидуума, так и оптимизации публичности и социальной активности общества в пределах исторического центра города.

### Список литературы

1. Развитие городов: лучшие практики и современные тенденции. / Сб. докладов российской делегации на международной выставке в Шанхае «ЭКСПО-2010». – М.: ООО Типография КЕМ, 2011. – С. 66-74.
2. Воробьев Д. Управление объектами всемирного наследия в европейских городах. Рабочие тетради Центра изучения Германии и Европы. Билефельд. – СПб, 2011. – С. 2-7.
3. Кузнецов С.А. Активизация. Большой толковый словарь русского языка. – СПб.: Норинт, 1998.
4. Иконников А.В., Михайловский Е.В., Лавров В.А. и др. Историко-архитектурное наследие и современный город. – М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1973. – 14 с.
5. Регенерация (термин по Толковому словарю Ожегова) // DIC.ACADEMIC.RU: сайт, предоставляющий информацию по терминологии. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/rus\\_eng\\_biology](http://dic.academic.ru/dic.nsf/rus_eng_biology) (дата обращения: 18.12.2012).
6. Регенерация в архитектуре // ESTATELINE.RU: сайт, предоставляющий информацию по терминологии. URL: <http://www.estateline.ru/termin/3238> (дата обращения: 18.12.2012).
7. Global Strategy. UNESCO.ORG: официальный сайт организации UNESCO. URL: <http://www.unesco.org/new/ru/unesco/themes/major-programmes/culture/> (дата обращения: 17.03.2012).
8. Интеграция (термин по Социологическому словарю) // VSLOVARE.RU: сайт, предоставляющий информацию по терминологии. URL: <http://vslovare.ru/slovo/sotziologicheskii-slovar/integracia> (дата обращения: 18.12.2012).
9. Сан Никколо. AFISHA.RU: информационный портал URL: [http://www.afisha.ru/article/nikk\\_s/](http://www.afisha.ru/article/nikk_s/) (дата обращения: 20.12.2012).
10. Lungarno Serristori // WIKIPEDIA.ORG: свободная энциклопедия. URL: [http://it.wikipedia.org/wiki/Lungarno\\_Serristori](http://it.wikipedia.org/wiki/Lungarno_Serristori) (дата обращения: 21.12.2012).
11. Площадь Демидова (Piazza Demidoff) и виллы Демидовых // CULT-TURIST.RU: туристический сайт. URL: <http://www.cult-turist.ru/country-topics/390/?q=524&it=390&tdp=fshk> (дата обращения: 21.12.2012).
12. Piazza Giuseppe Poggi // WIKIPEDIA.ORG: свободная энциклопедия. URL: [http://it.wikipedia.org/wiki/Piazza\\_Giuseppe\\_Poggi](http://it.wikipedia.org/wiki/Piazza_Giuseppe_Poggi) (дата обращения: 21.12.2012).
13. Porta San Niccolò // WIKIPEDIA.ORG: свободная энциклопедия. URL: [http://it.wikipedia.org/wiki/Porta\\_San\\_Niccol%C3%B2](http://it.wikipedia.org/wiki/Porta_San_Niccol%C3%B2) (дата обращения: 21.12.2012).
14. Весь цвет исторической городской среды // DA-NN.COM: портал архитектуры и дизайна в Нижнем Новгороде. URL: <http://da-nn.com/architecture/dialogues/3?p=0> (дата обращения: 15.12.11).

**Agisheva S.T.** – post-graduate student, assistant

E-mail: [agisheva@mile.ru](mailto:agisheva@mile.ru)

**Mubarakshina F.D.** – candidate of architecture, associate professor

E-mail: [faina.arch@rambler.ru](mailto:faina.arch@rambler.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Approbation of scientific research «Integration of contemporary architecture with the historical environment» in an example of the international design workshop in Florence (November 2012)**

**Resume**

The article describes the testing provisions in the practical design of theoretical principles of scientific research related to the inclusion of contemporary architecture in the historical environment of the city, considered in the context of the international design workshop on «Documentation of San Niccolo territory in the historic centre of Florence, Italy. The analysis for the development of proposals for recovery and requalification of the urban landscape», held in the Italian city of Florence in November 2012. Community development is changing the organizational system of the city, which serves as an expression of its spatial structure. The historical process pushes more and more demands on the urban environment. New norms of relations between people and new social structures are expressed in new images and forms that are emerging in the new architectural and urban systems.

Regeneration, integration and activation of cultural and historical heritage are increasingly seen as the driving force behind the development of historic cities as a whole (heritage-led regeneration). Thus, policies for the conservation and recovery of the architectural heritage is based on the principles of vitalization and integration of the heritage with the daily life of the city and turning it into an integral and indispensable element of modern urban environment.

**Keywords:** regeneration, integration, contemporary architecture, historical environment, design workshop.

**References**

1. Urban development: best practices and current trends. Reports of the Russian delegation at the World Expo in Shanghai «EXPO-2010». – M.: OOO TypographyKEM, 2011. – P. 66-74.
2. Vorobyev D. UNESCO World Heritage Site Management in European Cities. Centre for German and European Studies (CGES) Working Papers. / Bielefeld. – St.-Petersburg, 2011. – P. 2-7.
3. Kuznetsov S.A. Activation. The Big Glossary of the Russian language. – St. Petersburg: Norint, 1998.
4. Ikonnikov A.V., Mikhailovskiy E.V., Lavrov V.A. Historical and architectural Heritage and contemporary town. – M.: ZNTI of the civil engineering and architecture, 1973. – 14 p.
5. Regeneration (term by Glossary of Ozhiogov) // DIC.ACADEMIC.RU: terminology website. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/rus\\_eng\\_biology](http://dic.academic.ru/dic.nsf/rus_eng_biology) (reference date: 18.12.2012).
6. Regeneration in architecture // ESTATELINE.RU: terminology website. URL: <http://www.estateline.ru/termin/3238> (reference date: 18.12.2012).
7. Global Strategy. UNESCO.ORG: official website of UNESCO. URL: <http://www.unesco.org/new/ru/unesco/themes/major-programmes/culture/> (reference date: 17.03.2012).
8. Integration (term by Social Dictionary) // VSLOVARE.RU: terminology website. URL: <http://vslovare.ru/slovo/sotziologicheskij-slovar/integracia> (reference date: 18.12.2012).
9. San Niccolo. AFISHA.RU: data portal. URL: [http://www.afisha.ru/article/nikk\\_s/](http://www.afisha.ru/article/nikk_s/) (reference date: 20.12.2012).
10. Lungarno Serristori // WIKIPEDIA.ORG: free encyclopedia. URL: [http://it.wikipedia.org/wiki/Lungarno\\_Serristori](http://it.wikipedia.org/wiki/Lungarno_Serristori) (reference date: 21.12.2012).
11. Demidoff Square (Piazza Demidoff) and the Demidoff's villas // CULT-TURIST.RU: touristic website. URL: <http://www.cult-turist.ru/country-topics/390/?q=524&it=390&tdp=fshk> (reference date: 21.12.2012).
12. Piazza Giuseppe Poggi // WIKIPEDIA.ORG: free encyclopedia. URL: [http://it.wikipedia.org/wiki/Piazza\\_Giuseppe\\_Poggi](http://it.wikipedia.org/wiki/Piazza_Giuseppe_Poggi) (reference date: 21.12.2012).
13. Porta San Niccolò // WIKIPEDIA.ORG: free encyclopedia. URL: [http://it.wikipedia.org/wiki/Porta\\_San\\_Niccol%C3%B2](http://it.wikipedia.org/wiki/Porta_San_Niccol%C3%B2) (reference date: 21.12.2012).
14. The all colours of the historic urban environment // DA-NN.COM: data portal of architecture and design in Nizhny Novgorod. URL: <http://da-nn.com/architecture/dialogues/3?p=0> (reference date: 15.12.11).

УДК 725

Закирова Т.Р. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: env60@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Возникновение новых типов общественных зданий в архитектуре советской Казани  
и принципы их размещения в первые послереволюционные годы  
(1917 г. – середина 1930 гг.)****Аннотация**

Цель статьи – показать, как социальные процессы, происходящие в нашей стране, отразились в архитектуре общественных зданий Казани, выявить как положительный, так и негативный опыт, который необходимо учитывать в современном строительстве города. Полезны разработки 1920-1930-х годов новых массовых типов общественных зданий и градостроительные предложения по развитию структуры города, улучшению санитарно-гигиенических условий. В статье отмечается, что в рассматриваемый период были утрачены многие памятники архитектуры и нарушены принципы ансамблевой застройки города. На основании проведенного анализа даны некоторые рекомендации по дальнейшему развитию архитектуры общественных зданий Казани.

**Ключевые слова:** советская архитектура, общественные здания.

В настоящее время в проектной практике города уделяется большое внимание современным градостроительным проблемам Казани. Широко развернувшееся строительство новых объектов и реконструкция старых объектов заставляет нас, архитекторов, не игнорировать опыт прошлого, а черпать из него то ценное, что нарабатывалось годами и обратить внимание на допущенные ошибки.

Исследование опирается на изучение принципиальных особенностей развития советского зодчества в столице Татарской республики, анализ архивных, графических, литературных источников.

Проблемы развития советской архитектуры в Казани до настоящего времени освещены в публикациях недостаточно, хотя и был издан ряд научных трудов и статей, рассматривающих отдельные аспекты различных областей архитектуры Казани.

Вопросы градостроительства освещены в работах И.Н. Агишевой, В.И. Борисова, А.А. Дембича, А.С. Коряковой, С.В. Кузнецова, Н.В. Мамакова, Н.М. Новикова, Г.М. Пичуева и др.; различные аспекты современной архитектурной практики в статьях А.Х. Агишева, И.Д. Галанина, Н.Г. Васильева и др.; поиск национального своеобразия в военные годы в статьях М.М. Синявера; отдельные моменты развития советской архитектуры в работах С.С. Айдарова, П.М. Дульского, Т.Р. Закировой (Лугвиной); развитие архитектуры предшествующих эпох в трудах С.С. Айдарова, Г.Н. Айдаровой, И.Г. Гайнутдинова, П.М. Дульского, В.В. Егеревы, Н.Ф. Калинина, Х.Г. Надыровой, В.П. Остроумова, М. Пинегина, К. Топуридзе, М. Фехнер, А.Х. Халикова, Н.Х. Халитова, Т.С. Чудиновой и др.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что в настоящее время, в период нового социального переустройства в нашей стране, данная статья весьма актуальна.

После провозглашения Советской власти в Казани мирное строительство новой жизни было приостановлено гражданской войной и иностранной интервенцией. После победы над контрреволюцией и иностранной интервенцией положение городского хозяйства в Казани было очень тяжелым. Весной 1926 года на город обрушилось наводнение, последствия которого помогала ликвидировать вся страна. Только к 1927 году выпуск продукции казанскими предприятиями достиг довоенного уровня.

В связи с этими факторами все средства первого послереволюционного десятилетия были брошены на восстановление городского хозяйства. Под общественные учреждения этого времени приспособлялись существующие здания бывших особняков,

церквей, здания различных учреждений. Строительство новых общественных зданий развернулось только в конце 1920-х-1930-е годы. В резолюции Второго Казанского губернского съезда Совнархозов, состоявшегося в октябре 1919 г., было постановлено: признавать неотложными работы военного значения и отдавать им предпочтение. В качестве работ мирного характера планировалось лишь проектирование и осуществление поселков для фабричных и заводских рабочих под Казанью, а также приведение в более или менее надлежащий вид существующих школьных и больничных зданий губернии. Строительство новых общественных зданий не планировалось [1]. Исключение составляет Закабанная мечеть (ул. Хади Такташа, 26, инж. А.Е. Печников), построенная в 1924-1926 гг. в честь 1000-летия принятия ислама в Волжской Булгарии.

Впервые в послереволюционные годы над дальнейшей застройкой Казани в 1924-1926 гг. начал работать ректор Казанского художественно-технического института Ф.П. Гаврилов. Работая совместно со студентами, он предполагал все окружающие город слободы объединить в единый городской организм. Он первый предложил на территории правобережья реки Казанки строительство промышленных объектов, образование нового жилого района. (Теперь здесь находятся крупнейшие районы города). Главная административная площадь города по этому проекту размещалась на территории бывшей ярмарки под Кремлем. На этой площади должны были разместиться «Дворец труда», «Дом татарской культуры», другие общественные учреждения и памятник «Содружество народов» [2, 3, 4].

Позднее предложение о размещении главной площади было признано ошибочным, так как развитие города потребовало бы строительства на этой площади крупных общественных комплексов, которые своими масштабами могли вступить в противоречие с объемами древнего казанского Кремля.

В 1933-1934 гг. работа над планировкой города поручается Московскому институту ГИПРОГОР, бюро № 2. Бригада проектировщиков под руководством архитектора В.Н. Дмитриева предложила идею создания двух обособленных городов – старой и новой Казани, находящихся на достаточно большом друг от друга расстоянии. Новая Казань размещалась на правобережье реки Казанки в стороне от существующих слобод, к северу от железнодорожной магистрали Москва-Свердловск. Слободы, находящиеся между старым и новым городами, были обречены на умирание и со временем включались в зеленую зону. Это предложение оказалось нецелесообразным [3, 4].

На территории старого города в районе озера Кабан предлагалось размещение общественного центра города. Судя по эскизу застройки, проектировщики предполагали, сохранив структуру улиц, снести старую периметральную застройку, а вместо нее предложили принцип свободной планировки, возникший в 20-е годы и получивший затем широкое распространение в советском градостроительстве в 60-е годы, позволивший создать хорошие санитарно-гигиенические условия, достаточную инсоляцию территорий и помещений, разнообразную организацию пространств. Проект предлагал комплексную застройку, благоустройство не только центральных, но и окраинных районов. Это, несомненно, положительные стороны проекта. Но вместе со сносом старой застройки проектом ошибочно предлагалось снести и уникальные памятники архитектуры. В некоторых случаях застройка решалась как огромные неартикулированные пространства с «плавающими» в нем отдельными сооружениями, это могло привести к утрате функциональной и структурной насыщенности данной территории, что является одним из привлекательных и необходимых свойств застройки центральной исторической части города.

Принцип свободной планировки, возникший в архитектуре в 20-е годы, успел внедриться в Казани за этот период только в жилом строительстве. Общественные здания этого времени продолжали строиться вдоль красных линий улиц и по периметру площадей. Бригада проектировщиков института ГИПРОГОР разработала также эскизы детальной планировки главных площадей города, в которых было предложено еще больше раскрыть центральную площадь 1-го Мая к волжским просторам, за счет сноса застройки вдоль протока Булак и превращения этой территории в зеленую зону. Одновременно, с наилучшими намерениями, предлагалось снести и сооружения Ивановского монастыря, являющегося одним из наиболее ценных памятников архитектуры Казани, что, конечно, было бы ошибочным. Принцип раскрытия площади к водным акваториям озера Нижний

Кабан был использован и в композиции площади Куйбышева, которая должна была стать культурным центром города. В раскрытии архитектурных комплексов к водным пространствам видится продолжение лучших традиций города дореволюционных периодов, что является, несомненно, положительной стороной проекта. Но прослеживаемая в проекте тенденция негативного отношения к памятникам архитектуры сыграла, вероятно, немаловажную роль в утрате многих уникальных памятников архитектуры Казани, ее доминант. (В начале XX века силуэт Казани украшали вертикали 64-х соборов, церквей и мечетей). ВСНХ при Центральном Исполнительном комитете СССР отклонил данный проект планировки и застройки города. Впоследствии, в 1935-1936 гг., разработка генерального плана Казани проводилась Ленинградским институтом ГИПРОГОР, бригадой под руководством И.С. Носова [5].

Пока шла важная и ответственная для города работа по созданию его генерального плана, общественные здания этого времени строились выборочно без какой-либо системы в различных частях города, резко контрастируя с исторически сложившейся средой, ансамблевого единства в этом случае, конечно, не возникало. Главным в этот период в архитектуре города было стремление к новому, это привело в определенной степени к утрате преемственности традиций.

Советские архитекторы, увлеченные пафосом огромных социальных преобразований, с вдохновенным энтузиазмом взялись за поиск новых типов общественных зданий и воплощение нового содержания и новых конструкций в адекватную им форму. Стране нужны были школы, детские сады, больницы, вузы, Дворцы рабочих, Дома советов и другие новые виды общественных комплексов, рассчитанные на развитие форм общественной жизни населения.

Предреволюционное строительство школ и больниц отражало уже демократизацию системы и успехи гигиенической науки на рубеже XIX-XX веков. Поэтому в первые годы Советской власти эти сооружения продолжали найденные приемы, хотя в конкурсных программах на школьные здания уже видны были черты нового – введение трудового обучения и проектирование с этой целью при школах мастерских, классов ручного труда.

Эти процессы отражены и в новых школьных зданиях Татарии. В первые послереволюционные годы разработкой типовых проектов занимались не только в архитектурных мастерских Москвы, но и в других городах, в том числе и в Казани. Так, например, в 1922 году в плане работ ТАТКОМГОСООРа была запланирована постройка типовой «показательной сельской больницы и сельской школы первой ступени» [6].

В 1919-1920 гг. в селе Таксарино Чебоксарского уезда Казанской губернии была построена школа, в которой можно увидеть новое содержание: введение трудового обучения, устройство, кроме библиотеки, школьного музея и зала собраний. Это было необходимо для использования школы в вечернее время в качестве народного дома. Вечером помещение учительской, поднятое над уровнем зала, превращалось в сцену, а библиотека музея использовалась как читальный зал. Внешний же облик школы был «подобием ампиричного усадебного флигеля» [7].

Если в сельском строительстве школьных зданий Казанской губернии можно отметить черты нового, то новые школы Казани продолжали принципы планировки дореволюционных, гимназических зданий, только коридоры стали шире и освещались с одной стороны. Такова, например, школа при заводе СК-ТК на ул. Жданова, построенная в 1934 году по проекту архитектора И.Г. Гайнутдинова. К концу 1920-х годов в Москве и Ленинграде стал складываться новый тип городской школы с введением лабораторно-бригадного метода обучения с расширенным составом помещений, их дифференциацией на отдельные функциональные зоны, с устройством в каждую из зон самостоятельных входов (школа архитектора А. Никольского в Ленинграде в Московско-Нарвском районе, построенная в 1926-1927 гг., школа в Ленинграде на ул. Ткачей архитектора Г. Симонова, построенная в 1927 г.). Но в строительстве школьных зданий Казани этого периода таких примеров нет.

Новые больничные здания нашей страны на первых порах имели структуру дореволюционных больниц с характерной павильонной организацией, что давало возможность строить один павильон за другим.

В первой половине 30-х годов с введением единых форм на проектирование лечебно-

профилактических учреждений формируется экономичный тип централизованной больницы. Такие больницы начали строиться и в Казани. В качестве примера можно привести городскую больницу № 5, построенную членом Казанского объединения конструктивистов «ОМА» архитектором А.М. Густовым (ул. Шарифа Камала, 10, 1935 г.).

В зданиях высших учебных заведений Казани также прослеживаются принципы планировки дореволюционных учреждений. Но среди них есть пример, в котором мы видим новое планировочное решение. Это здание химико-технологического института (ул. К. Маркса, 68, арх. Г.С. Гурьев-Гуревич, И.Г. Гайнутдинов, 1933-1937 гг.), которое имело новую характерную для этого периода асимметричную композицию плана. В отличие от дореволюционных зданий здесь было одностороннее расположение аудиторий, тем самым достигалась их хорошая ориентация, освещение коридоров. Планировочное решение предусматривало дифференциацию помещений и было выполнено с учетом специфики учебного процесса. В состав помещений, кроме аудиторий, введены лаборатории и учебные мастерские для проведения практических занятий и научно-исследовательских работ.

Подлинно новыми элементами советской архитектуры стали клубы, дома культуры, дворцы рабочих, прообразы которых зародились еще при старом строе, но с приходом Советской власти они стали претерпевать коренные изменения. Клубы представляли собой, прежде всего, центры выработки политической культуры масс. Они необходимы были для митингов, собраний, массовых действий, проведения политико-просветительной работы и развития творческих способностей трудящихся.

В первое послереволюционное десятилетие в Казани под клубы приспособлялись бывшие особняки, дворцы. Так, например, для работы клуба было переустроено здание Дворянского собрания.

В первой половине 20-х годов программы клубов нашей страны предусматривали обслуживание различных потребностей жизни представителей в основном одной профессии и включали в свой состав множество функций, так как общественная жизнь еще не была четко дифференцирована по видам деятельности. Разделение таких полифункциональных клубных зданий произойдет в советской архитектуре во второй половине 20-х годов [7, 8].

Но в Казани еще в середине 30-х годов можно отметить строительство и проекты таких сложных по своему функциональному составу клубных зданий. Проекты всесоюзного конкурса Дворца культуры в честь 15-летия Татарской республики, выполненные в 1935 году, содержали в своей структуре театр, музей, выставочные залы, библиотеку, спортивный комплекс, административные и другие советские учреждения. Клуб меховщиков, построенный в 1935 году по проекту архитектора И.Г. Гайнутдинова (ул. Тукаевская, 91), включал в свой состав зрелищную часть, кружковую часть с широкими коридорами и рекреациями для устройства выставок, столовую с кухней, спортивный зал с обслуживающими помещениями, библиотеку с читальным залом и вечернюю школу рабочей молодежи. Объемно-планировочное решение клуба имело широко распространенную для клубных зданий этого периода схему расположения объемов, взявшую свое начало с конкурсного проекта народного дома им. В.И. Ленина для Иваново-Вознесенска братьев Весниных (1924 г., III премия). В этой композиции к центральному корпусу примыкали асимметрично расположенные объемы. Такая планировочная схема в клубе меховщиков позволяла удобную организацию функциональных процессов, предусматривала группировку помещений по зонам с хорошей их изоляцией, самостоятельными входами в каждую из зон и в то же время удобной их взаимосвязью.

Во второй половине 20-х годов, в связи с начавшейся дифференциацией культурно-просветительной работы, в советской архитектуре формируется определенный тип клуба, имеющий уже сокращенный состав помещений и получивший затем широкое распространение. Клуб содержал в своей структуре зрительный зал большой вместимости с обслуживающими помещениями, библиотеку с читальным залом, спортивный зал и кружковые комнаты. В Казани наиболее типичное здание такого типа – это Дворец культуры им. 10-летия ТАССР, построенный в 1930 году по проекту

архитектора А.Э. Спорнуса (ул. Халтурина, 26, ныне разрушен). Клуб имеет асимметричную композицию плана, в которой предусмотрены удобная изоляция и возможная связь зрелищных, кружковых и библиотечных групп помещений, с самостоятельными входами в каждую из групп.

В 20-е годы в нашей стране складываются новые типы советских административно-общественных зданий: Дворцы труда, Дома Советов, которые в такой же степени, как и клубы, должны были дать возможность развитию новых функций общества. Но в Казани в 20-е и 30-е годы из-за отсутствия материальных ресурсов и слабо развитой строительной базы такие здания не были построены. Советские учреждения управленческого аппарата размещались в существующих зданиях. В бывшем губернаторском дворце расположился Совет Министров ТАССР, в бывшем здании городских присутственных мест разместился Горисполком Казани.

Во второй половине 20-х годов во многих городах нашей страны начинают проектироваться и строиться здания для органов печати. Был объявлен конкурс на проект конторы газеты «Ленинградская правда» (арх. А. и В. Веснины, 1924 г., I премия), строится здание комбината газеты «Правда» в Москве (арх. П. Голосов, 1929-1935 гг.).

Подобное здание – Дом печати – было построено по конкурсному проекту архитектора С.С. Пэна в 1935-1937 гг. в Казани (ул. Баумана, 19). Дом печати включает в себя производственные, торговые, административно-служебные и хозяйственно-складские помещения, которые, как во многих сооружениях конструктивизма, разделены на отдельные зоны, хорошо изолированные друг от друга и в то же время удобно функционально взаимосвязанные. Объемно-планировочная композиция Дома печати представляет собой четыре корпуса, свободно раскинутых вокруг внутреннего двора, что обеспечило удобную функциональную организацию.

Наряду с культурно-просветительными, лечебно-профилактическими административными зданиями в нашей стране начинают строиться такие общественные сооружения нового типа, как спортивные комплексы, стадионы. В Казани по конкурсному проекту архитектора П.Т. Сперанского в 1934 году был построен стадион «Динамо», имеющий одностороннюю ориентацию трибун с размещением под трибунами административных и обслуживающих спортсменов помещений. По его же проекту был построен стадион «Трудовые резервы» в ЦПКиО им. М. Горького (1932-1934 гг.), имеющий такую же композиционную схему, но в его комплекс входил еще отдельно стоящий спортивный зал.

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

В первом проекте планировки Казани (Гипрогор, бюро № 2, Москва, руководитель арх. Б.П. Дмитриев, 1934 г.) отражены новые прогрессивные принципы советского градостроительства: комплексный подход к решению градостроительных проблем, учет сложившейся структуры города, улучшение санитарно-гигиенических условий застройки, благоустройство не только центральных, но и окраинных районов города и др. Но генплан не учитывал существующих памятников архитектуры, не предусматривал определенной системы в размещении новых общественных зданий, и они строились выборочно в различных частях города. В этот период в Казани новых сооружений было построено немного, они возникали только как отдельные вкрапления в сложившейся застройке города, резко контрастируя с окружением. Попытки создания ансамбля встречались позднее, в проектах середины 1930-х годов. Важным для города фактором являлись предложения по реконструкции его главных площадей, продолжающие градостроительные традиции Казани и ставшие впоследствии одной из основ преобразования центральной части города (организация выхода к Волге площади 1-го Мая, к озеру Кабан – площади Куйбышева).

В Казани во второй половине 1920-х – первой половине 1930-х годов шел поиск новых типов общественных зданий. Общественные сооружения Казани получили расширенную многофункциональную структуру, отвечающую новым социальным потребностям, имели функционально и конструктивно обусловленные объемно-планировочные композиции с дифференциацией помещений по зонам.

Планировочные решения общественных сооружений Казани первых послереволюционных лет показывают, что архитекторы уже преодолели давнюю приверженность к симметрии, к равновеликости объемов. Непринужденное, но в то же время строгое сочетание асимметрично расположенных объемов, стало не только вновь открытым приемом, но и проявлением единства функционального содержания здания и его выражения в объемной композиции.

В связи с вышеизложенным можно дать некоторые рекомендации:

1. Необходимо продолжать разработку начатых ранее проектных предложений по раскрытию города к рекам Волга и Казанка с организацией площадей и набережных, включающих налаженную систему обслуживающих общественных зданий.

2. При реконструкции старой части города хотелось бы обеспечить сохранение и выгодное восприятие памятников архитектуры как предшествующих эпох, так и советского периода.

3. При включении новых зданий в тесные кварталы старой застройки необходимо обратиться к опыту 20-30 гг. XX в. в стремлении обеспечить инсоляцию территории и помещений, так как в последнее время при застройке старых кварталов стали возникать новые «дворы-колодцы».

4. Надо обеспечить старые и вновь застраиваемые районы необходимым набором общественных зданий. В 1990 гг. при проведении новых социальных преобразований стали закрываться поликлиники, детские сады, ясли, учреждения культуры и другие общественные здания, они переоборудовались под офисы, торговые центры, ночные клубы и т.д. В связи с этим необходимо обратить внимание на комплексный подход к решению градостроительных проблем. Создавать не только крупные торговые и спортивные мега-комплексы (для посещения которых необходимо пересекать всю территорию города, что усиливает транспортные проблемы). В каждом районе (микрорайоне) создавать свою обслуживающую «малую» структуру с муниципальными дошкольными и школьными воспитательными и образовательными учреждениями; культурными, спортивными и медицинскими учреждениями. Восстановить многофункциональное назначение уже построенных в советский период Дворцов и Домов культуры.

5. При проектировании новых образовательных учреждений необходимо предусматривать помещения для кружковой работы и дополнительного образования. Здесь полезен опыт 1920-1930 гг. в разработке школ с расширенным составом помещений, дифференциацией их по зонам и самостоятельным входом в каждую из функциональных зон.

В заключение необходимо отметить, что при любых социальных преобразованиях нельзя отбрасывать опыт прошлого, а по возможности извлекать из него то ценное, что позволяет создавать гармонию пространства для жизнедеятельности общества.

#### Список литературы

1. ЦГАНХ, ф. 2259, оп. 11, ед. хр. 11.
2. Памяти В.П. Гаврилова: Сборник. – Казань, 1927. – 79 с.
3. Остроумов В.П. К истории планировочного развития Казани. Архитектура и строительство Казани // Сб. научных трудов «Материалы научно-практической конференции». – Казань: ТатЦНТМ, 1977. – С. 25-35.
4. Остроумов В.П. Очерки по истории города и его архитектуры. – Казань, 1978. – 296 с.
5. Закирова Т.Р. Архитектура советской Татарии. Проблемы становления и развития общественных зданий (на примере Казани): Автореферат и диссертация канд. архитектуры. – М.: МАрхИ, 1988. – 214 с.
6. ЦГАОР СССР, Ф. 2266, оп. 5, д. 6.
7. Хазанова В.Э. Советская архитектура первых лет Октября 1917-1925 гг. – М.: Наука, 1970. – 216 с.
8. Хазанова В.Э. Из истории советской архитектуры 1926-1932 гг. Рабочие клубы и дворцы культуры. – М.: Наука, 1984. – 140 с.

Zakirova T.R. – candidate of architecture, associate professor  
E-mail: env60@yandex.ru  
Kazan State University of Architecture and Engineering  
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1

**The rise of the new types of the public buildings in architecture  
of soviet Kazan and principles of their accommodation  
at the first post-revolutionary years (1917 – middle of 1930ies)**

**Resume**

The aim of the article is to show how the social processes taking place in our country, reflected on the architecture of public buildings of Kazan, to identify both positive and negative experience, which should be taken into account in the construction industry of the city. Developments of new types of public buildings of the 1920-1930-ies are useful. Public buildings of Kazan have received extensive multi-functional structure that corresponds to the new social needs they had a new free functionally and structurally due to volume-spatial composition with the differentiation of the premises in the zones. In the first draft of the plan of Kazan (GIPROGOR, office № 2, Moscow, the head of the architect B.P. Dmitriev, 1934) the new progressive principles of Soviet urban planning: a comprehensive approach to the solution of urban problems are reflected, the account of the current structure of the city, improvement of sanitary-and-hygienic conditions of development, improvement not only Central, but also the outlying areas of the city and others. The Proposals on reconstruction of main areas in Kazan were important for the city (organization of the exit to the Volga for the area of 1 May, to the lake Caban – for the square Kuibyshev). But the plan did not take into account the existing architectural monuments, did not provide for a specific system in the placement of new public buildings, and they were built selectively in different parts of the city, contrasting with the environment. The article notes that during the period under review there has been a substantial loss of monuments of architecture has happened, and there were lack of an ensemble of buildings. On the basis of the analysis, that was made the author gives some recommendations for the further development of the architecture of public buildings of Kazan.

**Keywords:** soviet architecture, public buildings.

**References**

1. CGANH, f. 2259, op. 11, unit of storage 11.
2. The Memories of V.P. Gavrilov: Collection. – Kazan, 1927. – 79 p.
3. Ostroumov V.P. To histories of plan developments of Kazan. The Architecture and construction of Kazan // Col. of scientific works «Material scientifically-practical conference». – Kazan: TATCNTM, 1977. – P. 25-35.
4. Ostroumov V.P. The Essays on histories of the city and its architecture. – Kazan, 1978. – 296 p.
5. Zakirova T.R. The Architecture of soviet Tataria. Problems of the formation and developments of the public buildings (on example of Kazan): Abstract and thesis cand. architecture. – M.: MARHI, 1988. – 214 p.
6. CGAOR USSR, F. 2266, op. 5, d. 6.
7. Hazanova V.E. Soviet architecture of the first years October 1917-1925. – M.: Science, 1970. – 216 p.
8. Hazanova V.E. From history of the soviet architecture 1926-1932. Worker clubs and palaces of the culture. – M.: Science, 1984. – 140 p.



УДК 711

Вихляев А.А. – аспирант

E-mail: vix\_88@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### **К вопросу о проблемах развития жилой среды в малых городах Республики Башкортостан**

#### **Аннотация**

В данной статье рассматриваются вопросы градостроительного формирования жилой среды в малых городах республики Башкортостан (на примере города Салават), начиная с ознакомления с малыми городами в целом и представления понятия жилой среды на основе работ ряда авторов.

Представляется материал по конкретному городу для описания градообразующей ситуации малого города выбранного региона, а также дается постановка вопросов, с учетом всех уникальных особенностей существующей ситуации, для дальнейшего изучения на примере выбранного объекта.

**Ключевые слова:** малые города, градостроительное формирование малых городов, развитие жилой среды.

Градостроительству всегда уделялось особое внимание во все времена и во все эпохи. Ведь от градостроительного формирования жилой среды зависят все протекающие внутри нее процессы экономической, социальной и экологической жизни людей. Постоянно меняющиеся условия жизни приводят к новым требованиям как к жилищу, так и к среде обитания в целом, независимо от масштабов и численности города. Наряду с интенсивным ростом населения крупных мегаполисов, происходит также и на первый взгляд незримый отток из него, поэтому важно не только рассматривать развитие крупных городов, но и понять урбанизацию малых, жизнь в которых также пользуется спросом со своими положительными и отрицательными сторонами.

Малые города играют важную роль в решении крупных социально-экономических задач. Имеет существенное значение то, что без их высокого уровня развития невозможно достичь успешного развития и всей страны в целом, отмечает в своей работе Снедков А.В. [1], обосновывая это тем, что малые составляют около 70 % от общего числа городов и в них сосредоточено около 20 % городских жителей. Таким образом отмечается, что от успешности функционирования малых городов зависит целостность страны.

Являясь необходимыми структурно-функциональными элементами систем расселения, малые города обладают целым рядом особенностей, связанных со спецификой выполняемой ими деятельности, малой величиной и, соответственно, небольшими территориальными размерами, промежуточным положением, занимаемым между селом и крупным городом. В своей научной работе Барсуков Е.М. [2] указывает на многообразные по своему функциональному составу, малые города, представляющие собой «одну из форм наиболее эффективной при данном уровне развития производительных сил, комплексной эксплуатации и дальнейшего освоения ресурсов территории страны». Они, также отмечает Барсуков, являясь «рациональной формой расселения трудящихся, занятых в добывающих отраслях промышленности, а также для размещения других отраслей хозяйства и видов деятельности, которые жестко привязаны к территории», нуждаются в индивидуальных подходах к формированию жилой среды.

Тесная взаимосвязь образа жизни и городской среды предопределяет необходимость рассмотрения системы «человек – жилая ячейка – здание – микрорайон – жилой район города» как целостности, получившей наименование жилой среды. Таким образом, жилая среда – это совокупность условий и факторов, позволяющих человеку на территории населенных мест осуществлять свою непродуцирующую деятельность. В настоящее время термин «жилая среда» обозначает сложную по составу систему, в которой объективно выявляются по меньшей мере три иерархически взаимосвязанных

уровня. Исследуя развитие планировочной структуры малых городов для Центрально-Черноземного района РСФСР, Барсуков выделил несколько уровней этой системы, которые представляются справедливыми и для изучаемых нами городов Башкирии.

Первый уровень является важным в рассматриваемом нами вопросе градостроительного формирования, в котором жилая среда прежде всего сформирована конкретными домами. Однако на уровне городской среды в качестве основного объекта исследования следует рассматривать не отдельные здания, а систему сооружений и городских пространств, образующих единый градостроительный комплекс – жилой район (улицы, дворы, парки, школы, центры общественного обслуживания).

Второй уровень – элементами системы выступают отдельные градостроительные комплексы, в которых реализуются трудовые, потребительские и рекреационные связи населения. Единицей «городского организма» может служить определенный район города. Критерием целостности системы этого типа связей является, следовательно, замкнутый цикл «труд – быт – отдых».

Установлено, что приспособление человеческого организма к жилой среде в условиях малого города имеет больше возможностей, чем в условиях большого или крупнейшего [3]. Так, к примеру, психологами выявлено, что очень полезно для человека наличие обширных открытых пространств более одного квадратного километра, которые должны быть открыты для обзора из окон жилища. Это, по их мнению, благотворно сказывается на психике человека и развивает «чувство» патриотизма, но в условиях большого или крупного города данная рекомендация не находит отклика, тогда как в городе более малом еще есть надежда. Основной чертой всех неблагоприятных воздействий жилой среды на здоровье человека является их комплексность, при этом чем меньше город, тем больше сужается спектр этих воздействий.

Малым городам со стороны исследователей уделяется все большее внимание. Начиная с 60-х годов получили развитие научные работы, связанные с не только малыми городами, но и с формированием систем расселения и преобразованием населенных мест различной величины и народнохозяйственного профиля в структурно-функциональные элементы этих систем. Это труды Н.В. Баранова, М.Г. Бархина, В.Н. Белоусова, Ю.П. Бочарова, В.Г. Давидовича, Г.М. Лапо, Ф.М. Листенгурта, Н.И. Наймарка, Б.И. Оглы, Ю.Л. Пивоварова, И.М. Смоляра, Н.А. Солофенко, И.А. Фомина, М.О. Хауке, Б.С. Хорева, В.А. Шкварикова, З.Н. Яргиной и др.

Один из вопросов градостроительства, вытекающий из развития производства, в рассматриваемых нами малых городах касается экологического состояния среды. Крупные промышленные заводы, расположенные на территории городов, накладывают отрицательный отпечаток на спокойной и размеренной жизни провинций. Методы решения экологических вопросов также принимают участие в формировании города. На этот счет проведено множество исследовательских и расчетных работ европейских ученых, которые приводят к развивающейся модели производственного и экологичного города, живущего за счет ресурсов, которые производит сам. К таким исследованиям относятся работы Nels Nelson [4], представителя Технического Университета Роттердама и Nikos A. Salingaros [5] американского ученого Техасского университета в Сан Антонио. Несмотря на различные географические, социальные и другие аспекты, справедливо было бы применить полученные выводы и для проектирования городов Башкирии. Эти различия и постепенный рост населения города с развивающимися процессами промышленного производства, которые делают города Башкирии интересными для рассмотрения, в совокупности с другими градостроительными вопросами приводят к необходимости в проведении наших исследований по градостроительному формированию жилой среды в малых городах Республики Башкортостан. Целью наших исследований является представление фактов, подтверждающих развитие малых городов в выбранном регионе, которые приводят к необходимости изучения жилой среды для улучшения или поддержания качества жизни в ней. К задачам исследований относятся рассмотрение и анализ географических, социальных, экономических и других факторов развития малых городов Республики Башкортостан, на примере города Салават.

В исследовании будут рассмотрены малые города республики Башкортостан, которые похожи по своей истории развития. Основанные в довоенное и военное время, малые города Башкирии изначально представляли из себя совокупность сельских поселений, которые далее формировались в единый населенный пункт. Так, причиной возникновения, к примеру, города Салават стали: открытые большие месторождения нефти в Ишимбае (Второе Баку), нужда в топливе для самолетов, ракет и автомобилей, продуктах нефтехимии (минеральные удобрения, этилен), наличие большого количества незанятой рабочей силы (военнопленные, заключенные лагерей) и большой реки Агидель в этом районе с необходимым количеством строительных материалов (песок, гравий, лесоматериалы) [6]. А на месте нынешнего города Салават стояли башкирские деревни Аллагуват, Карлыккуль, Кудакай, Ирек, Кызыл Аул, Артель Куч, Новопетровский (Кожак), Малый Аллагуват и др. Постепенный рост населения города и развивающиеся процессы промышленного производства делают и остальные малые города не менее привлекательными к изучению. Исследуя проблемы развития жилой среды в малых городах Республики Башкортостан, таких как Салават, Ишимбай, Мелеуз и др., мы попытаемся выявить закономерности развития и дать прогноз его дальнейшей эволюции в этом регионе.

Процесс роста перечисленных городов связан в основном с развитием крупных промышленных гигантов на их территории. Например, к настоящему времени в состав «Газпром нефтехим Салават» входит четыре технологических завода: нефтеперерабатывающий, химический, газохимический, «Мономер» и ремонтно-механический завод, находящихся на одной производственной площадке в городе Салават, а также завод минеральных удобрений в городе Мелеуз. Кроме того, в состав предприятия входит Ново-Салаватская ТЭЦ в Салавате. В поисках дополнительной рабочей силы привлекается население городов-соседей и деревень, расположенных неподалеку, и даже приезжают специалисты из крупных городов. Так, в последних программах развития города Салават [7] представлены данные о динамике демографического положения в городском округе (табл. 1), свидетельствующие о росте населения города.

С ростом города следует развитие качества жизни, требующее по современным стандартам максимально-эффективного использования территории, экологичности и высокой производительности. Новые социально-экономические условия России последних лет, а также повышенные требования к наиболее эффективному использованию территории городов привели к их реконструкции и, параллельно с этим, началась интенсивная застройка новых жилых территорий в рассматриваемых городах. Наличие высокооплачиваемой работы, строительство новых жилых домов создают условия для развития семьи, а спокойная и размеренная жизнь делают малые города еще привлекательнее. Число семей, состоящих на учете для получения жилой площади в период с 2005 по 2009 гг. сокращается на 2068. С развитием производства меняется уровень жизни людей и также их потребности, в связи с этим повышаются требования к жилью. Отсюда необходимость изменений в проектировании как жилых домов, так и среды обитания.

Таблица 1

## Демографическое положение округа города Салават

Наименование показателя	Годы			
	2006	2007	2008	2009
Число родившихся	1458	1596	1684	1745
Число умерших	1932	1934	1997	1952
в том числе детей в возрасте до 1 года	13	9	22	15
Естественный прирост (+), убыль (-)	-474	-338	-313	-207
Число прибывших	1863	2043	1983	1710
Число выбывших	2082	2052	1897	1671
Миграционный прирост (+), снижение (-)	-219	-9	86	39
Численность населения городского округа	156271	155925	155778	155596

Современная архитектурная практика жилищного проектирования и строительства в этих городах представляет в собой большое разнообразие – это связано с формированием типологии в аспекте времени. Отмечается процесс совершенствования жилища в соответствии с изменяющимися потребностями. Так, в Салавате, к примеру, общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, увеличилась в период с 2005 до 2009 гг. на 1,4 м<sup>2</sup>. (последние данные по изменениям в жилом фонде представлены в табл. 2). В настоящее время в центрах упомянутых ранее городов наиболее распространены коммерческие жилые дома (секционного типа средней и переменной этажности) для граждан со средним и высоким уровнем доходов, при этом все более распространяется проектирование целых жилых комплексов с разнообразной типологией квартир, внедренных в еще неплотную ткань существующей застройки.

В то же время в исторической части города из-за ряда спорных вопросов не ведутся работы, направленные на развитие районов, кроме реставрации единичных архитектурных памятников, представляющих историческую ценность. Так, в городе Салават сейчас продолжается строительство многоквартирных домов в микрорайонах № 2, 4, микрорайоне № 94-95 за счет средств дольщиков. По оценке в 2010 г. планировался ввод 23,8 тыс. м<sup>2</sup> жилья. Администрацией города предусмотрена реализация городской программы «Развитие малоэтажного жилищного строительства в городском округе город Салават Республики Башкортостан «Свой дом». Планируемый ввод индивидуального жилья к 2016 г. составит 290,9 тыс. м<sup>2</sup>. Мероприятиями по строительству многоквартирных домов на период 2011-2015 гг. предусмотрен ввод 176,0 тыс. м<sup>2</sup> жилья.

Таблица 2

Наименование показателя	Жилой фонд					
	Годы	2005	2006	2007	2008	2009
Общая площадь жилых помещений на конец года, тыс. м <sup>2</sup>		3011,8	3043,9	3086,3	3148,3	3203,3
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, м <sup>2</sup>		19,2	19,5	19,8	20,2	20,6
Ввод в действие жилых домов за счет всех источников финансирования, м <sup>2</sup>		28157	40017	45561	56341	56703
Число семей, состоящих на учете для получения жилой площади, ед.		7090	6422	5416	5106	5022

В постсоциалистический период произошло резкое расслоение населения по уровню доходов в крупных и крупнейших городах России, но этот процесс не обошел стороной и малые города. Разработанная в советский период типология жилых зданий, единая для всей страны, с номенклатурой квартир, предназначенных для усредненного потребителя, в современных условиях не отвечает требованиям формирующейся новой социально-экономической структуры городского населения и не всегда соответствует многовариантности образа жизни конкретных семей. Рекомендации СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» не полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к современному жилищу различными категориями населения. Наши исследования помогут понять дальнейшее развитие и возможные изменения требований к проектированию жилища в рассматриваемых малых городах.

Таким образом, одним из определяющих моментов для Башкортостана является сложность и неповторимость культурных течений [8]. Исторически на этой территории сошлись три народа – башкиры, русские и татары, что не может не отразиться на специфике образа жизни исследуемых городов. Их взаимодействие между собой, а также взаимовлияние исламской и православной культур создают уникальный облик башкирского жилья, что, без сомнения, находит отражение в жилой среде этих территорий. Осмысление и анализ процесса изменения экономического, типологического, функционального и художественного содержания жилища в малом городе позволит сделать определенные выводы о дальнейших тенденциях его эволюции.

Процесс развития малых городов – неотъемлемая часть общего процесса развития страны, поэтому он не менее важен для рассмотрения. Планируемые исследования направлены на изучение существующей градостроительной ситуации в малых городах Республики Башкортостан с учетом всех уникальных для данного региона факторов. Последние программы по развитию этих городов, направленные на решение вопросов как жилищных, так и градостроительных в целом, отражают постоянные изменения и образа, и качества жизни, а крупные промышленные заводы, способствующие этим изменениям, являются также ограничительным фактором направления развития изучаемых городов. Рассмотрев все эти взаимосвязи и вопросы, связанные с градостроительным формированием жилой среды, и изучив существующие научные работы, касающиеся развития жилой среды в малых городах, мы постараемся прийти к самому оптимальному пути развития малых городов изучаемого региона. В завершение хочу добавить фразу, которую неоднократно произносили исследователи, изучающие развитие малых городов: «Будущее за малыми городами, но за это будущее придется бороться!».

### Список литературы

1. Барсуков Е.М. Развитие планировочной структуры малых городов Центрально-Черноземного района РСФСР. – М., 1984.
2. Снедков А.В. Управление социальным развитием малых городов на основе комплексного социального планирования. – О., 2009.
3. Nels Nelson. «Planning the productive city», Doepel Strijkers Architects, Delft Technical University, Wageningen University and Research, The Netherlands, 2009.
4. Nikos A. Salingaros, «Life and the geometry of the environment», Published in The Athens Dialogues E-Journal, Harvard University's Center for Hellenic Studies, November, 2010.
5. Степанов А.В., Иванова Г.А., Нечаев Н.Н. Архитектура и психология. – М.: Стройиздат, 1993.
6. Материалы сайта Википедия. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Салават\\_\(город\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Салават_(город)) (дата обращения: 2.09.2012).
7. Государственная программа развития города Салават на 2009-2014 гг. URL: [http://www.moudovumc.narod.ru/programma\\_razvitiya\\_Salavata](http://www.moudovumc.narod.ru/programma_razvitiya_Salavata) (дата обращения: 4.09.2012).
8. Особенности Башкирской архитектуры. URL: <http://www.1arhi.ru/arhitektura-bashkortostana.html> (дата обращения: 13.09.2012).

Vikhlyayev A.A. – post-graduate student

E-mail: [vix\\_88@mail.ru](mailto:vix_88@mail.ru)

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### To the question about problems of the development living environment in the small towns of the Republic of Bashkortostan

#### Resume

Special attention has always paid for the city planning because of the dependence of all city life processes. As the development occurs not only in the big cities, we are interested to consider the development of small towns, the life of which is also in demand. And from that small town up to the majority of Russian cities, our studies are also important.

We will consider the problem of urban formation of small towns in the Republic of Bashkortostan, on the example of Salavat. The facts about this town testify the continuous dynamics of its development because of the industrial development in its territory. Industrial development leads to improving living standards of people and their demands as well as to

housing and to the environment as a whole are increasing. Also, this industry dictates the direction of the living environment because of ecological questions.

The combination of several cultures is a unique feature of Bashkortostan architecture and we will try to find out how the different ways of life of people influence the formation of the living environment and give an estimate of its potential for further development, taking into account all the factors that influence this development.

Having considered all the issues related to the urban development of the living environment, and to examine existing scientific work concerning the development of the living environment in small towns, we will come to the most optimal way of development of small cities in the region of our study.

**Keywords:** small town, urban form small cities, development of the living environment.

### References

1. Barsukov E.M., Development planning structure of small towns of the Central Black Earth region of the RSFSR. – M., 1984
2. Snedkov A.V., Managing social development of small towns on the basis of a comprehensive social planning. – O., 2009.
3. Nels Nelson. «Planning the productive city», Doepel Strijkers Architects, Delft Technical University, Wageningen University and Research, The Netherlands, 2009.
4. Nikos A. Salingaros, «Life and the geometry of the environment», Published in The Athens Dialogues E-Journal, Harvard University's Center for Hellenic Studies, 2010.
5. Stepanov A.V., Ivanova G.I., Nechaev N.N. «Architecture and psychology». – M.: Stroyizdat, 1993.
6. Materials at Wikipedia. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Салават\\_\(город\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Салават_(город)) (request data: 2.09.2012).
7. Development program for the city of Salavat 2009-2014 years. URL: [http://www.moudovume.narod.ru/programma\\_razvitiya\\_Salavata](http://www.moudovume.narod.ru/programma_razvitiya_Salavata) (request data: 4.09.2012).
8. Peculiarities of the Bashkortostan Architecture. URL: <http://www.1arhi.ru/arhitektura-bashkortostana.html> (request data: 13.09.2012).

УДК 7.071.5

Новикова А.Н. – аспирант

E-mail: annanovikova1984@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

## О специализации в профессии архитектора. Исторический очерк

### Аннотация

В статье прослежены пути развития специализации в архитектурной деятельности с начала XX века по сегодняшний день. Перечислены и описаны более 20 специализаций в архитектурной деятельности и установлены взаимосвязи между ними, а также в некоторых случаях проведено сравнение между специализациями в иностранной и отечественной архитектурных практиках. Выделяются два направления процесса специализации внутри профессии архитектора: расслоение и расширение профессии, а также выделены специализации «по объекту проектирования» и «по функции внутри процесса проектирования».

**Ключевые слова:** специализация, эволюция профессии, профессия архитектора.

В этой статье мы рассмотрим возникновение специальных видов занятий в профессии архитектора с начала XX века. При изучении специализации в профессиональной практике архитектора были исследованы уставы профессиональных союзов, нормативные документы (строительные нормы и правила), должностные инструкции проектных организаций, квалификационные требования работодателей к вакантным позициям компании. Особое внимание в статье уделено появлению специализаций в образовательных программах вузов как факту отделения новой профессии или специализации, хотя в практической деятельности такая специализация могла появиться раньше. Данные материалы и документы составили документальную основу проведенного исследования.

Проведенное исследование легло в основу разработанной карты специализаций архитектора с начала XX века по сегодняшний день, включающей более 20 специальностей (рис.). Название специализаций в иностранной практике часто отличается от близких по роду деятельности специализаций в отечественной практике, поэтому наряду с названием на русском языке в статье даны английская и немецкая версии, и при необходимости проанализировано их соотношение.

### Архитектор в начале XX века

В начале XX века в России архитекторами называют профессионалов с архитектурным или инженерным образованием, занимающихся «гражданской архитектурой», владеющих необходимым объемом знаний и опытом для проектирования, руководства производством строительных работ, составления смет и оценки состояния зданий. В статьях энциклопедии Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона (1890-1916 гг.) говорится, что в начале XX века архитектурное образование давалось в архитектурном отделении Академии художеств (звания художников архитектуры, академиком и профессором архитектуры), в Институте гражданских инженеров министерства внутренних дел (звание гражданского инженера) в Санкт-Петербурге и в Московском училище живописи и ваяния (звание архитекторского помощника) [15]. Данные звания позволяли поступить на службу в государственные ведомства по части гражданского строительства, а также, если успешно выдержать специальный экзамен, вести «самостоятельные работы» по строительству [6].

Небывалый строительный бум и развивающаяся промышленная отрасль определяют высокую потребность в специалистах в области инженерного и технологического строительства. Крашенинников А.Ф. пишет: «к концу XIX века ряд российских учебных заведений технического направления стал выпускать специалистов, получивших право проектировать и возводить сооружения в своей технической области»: инженеров-архитекторов, инженеров-строителей, инженеров-технологов, инженеров-электриков [9,

с. 17]. Данные специалисты имели хорошую подготовку в области строительства и в дальнейшем часто занимались проектированием и строительством гражданских сооружений.

Учебное заведение, которое закончил специалист, чаще определяло возможности будущей карьеры архитектора: архитекторы-художники, выпускавшиеся Академией художеств, поступали на службу в ведомство Императорского двора и трудились над столичными знаковыми объектами; гражданские инженеры, закончившие Институт гражданских инженеров, получали предложения на службу в ведомства Технического-строительного комитета МВД и могли работать в самом ведомстве или Строительных отделениях губерний России; инженеры-технологи, инженеры-строители, выпускавшиеся техническими и строительными училищами губернских городов, трудились над проектами промышленных сооружений и другими объектами гражданской архитектуры средней технической сложности. Таким образом, иногда специалисты, получившие по окончании обучения звания архитектора или инженера, могли претендовать на одну и ту же должность и выполняли обязанности архитектора.

Специализация архитектора в начале XX века больше происходит по объекту проектирования, его технологическим особенностям, нежели внутри самого процесса проектирования. И.А. Казусь в книге «Советская архитектура 1920-х годов: организация проектирования» пишет, что внутренняя иерархия профессии архитектора в частных бюро «исчерпывалась ролями: архитектор (частный предприниматель), его помощники (обеспечивающие контакты со строительными фирмами) и ученики» [8, с. 20]. На рис. к началу XX века мы выделяем в профессии архитектора специализации, определенные архитектурным образованием: **архитектор-художник, гражданский инженер, инженер-технолог.**

**Архитектор-художник** – звание присваивалось с 1859 г. успешно прошедшим обучение в Академии художеств. В Академии, наравне с глубоким художественным образованием, давались такие технические предметы, как математика, физика, химия. В разное время Академию художеств закончили такие выдающиеся архитекторы, как А.Н. Воронихин, Н.Л. Бенуа, К.А. Тон, И.А. Фомин, В.А. Щуко и многие другие.

**Гражданский инженер** – звание присваивалось с начала XIX века и давалось оно специалистам, получившим образование в учебных заведениях в области технического искусства строительства и проектирования гражданских сооружений. Институт гражданских инженеров окончили многие русские и советские архитекторы, сыгравшие значительную роль в развитии отечественного зодчества: И.С. Китнер, Н.В. Васильев, М.М. Перетяткович, В.А. и А.А. Веснины, А.И. Гегелло, А.И. Дмитриев, Л.А. Ильин, А.С. Никольский и др.

**Инженер-технолог** – звание присваивалось студентам, успешно прошедшим курс наук в технологических институтах (СПб. и Харьковском). Звание давало право «возводить фабричные и заводские здания с их принадлежностями и жилые помещения, в непосредственной связи с ними находящиеся», а также занимать по министерству путей сообщения должности, с которыми соединено производство строительных работ [9, с. 18].

### Специализация внутри процесса проектирования

В 30-е годы XX века после прихода к власти большевиков в стране взят курс на индустриализацию. Новые задачи строительства заводов и целых городов вокруг них требовали новых подходов в проектировании. Альберт Кан, американский архитектор, известный как архитектор заводов Форда, получает заказы на проекты первых крупных тракторных заводов в СССР (1929-1932 гг.). Он применяет при проектировании новые «изобретенные им методы ускоренного поточно-конвейерного производства архитектурно-строительной проектной документации» [11]. Данный метод отличался специализацией сотрудников, более типичной для промышленного производства, и позволял сократить время проектирования в десять и более раз. И.А. Казусь цитирует архитектора А.К. Бурова, побывавшего в США в фирме Альберта Канны: «Первое впечатление такое, что один делает эскиз, другой план, третий фасад, четвертый интерьеры, пятый, шестой, седьмой, -дцатый – электричество, конструкции, водопровод, канализацию, вентиляцию, рефережирацию и т.п.» [8, с. 141]. Опыт ускоренного проектирования Альберта Каны лег в основу создания сначала проектного института

Госпроектстрой, в котором работало 1500 человек, а затем и выстраивания централизованной системы проектных институтов по принципам максимальной специализации труда и «конвейерного изготовления проектно-сметной документации» [11]. В 30-е годы высшие учебные заведения также подвергаются реорганизации: в соответствии с постановлением ВЦИК и СНК СССР № 65 преобразование должно проходить «с резко выраженной специализацией по отдельным отраслям народного хозяйства» [13]. В то же время происходит разделение специальностей «архитектура» и «строительство»: в учебных программах вузов на последних курсах подготовки инженеров и архитекторов вводится узкая специализация.

С 30-х годов формируется специализация внутри проектного процесса, которая существует и сегодня. Со временем специализация увеличивалась, и появлялись новые специалисты внутри прежней структуры.

**Главный архитектор проекта, Главный инженер проекта** (англ. *Project Architect*) – специалист с высшим специальным образованием и стажем работы не менее 10 лет, функции которого заключаются в руководстве проектно-исследовательскими работами, решении технических вопросов при строительстве, контроле соответствия проекта техническим регламентам и стандартам. Специалисты по ведению проекта в отечественном проектом деле стали называться главным инженером проекта (ГИП) и главным архитектором проекта (ГАП) [14]. Сначала проектами технических сооружений руководил ГИП, жилыми и общественными – ГАП. На сегодняшний день в проектной команде часто есть и ГИП, и ГАП.

**Ведущий архитектор** (англ. *leading architect*) – архитектор, выполняющий основные чертежи наиболее сложных объектов, участвующий в подготовке технических заданий и заданий для специалистов смежных разделов; в отличие от ГАП, не несет персональную ответственность.

**Архитектор-дизайнер** (англ. *design architect, architectural designer*) – дипломированный архитектор, который в основном занимается эскизным проектированием (дизайн – идея) зданий и городских ландшафтов. Сегодня архитекторы в поиске новых архитектурных идей часто сотрудничают с научными консультантами, дизайнерами-программистами, имадженерами (см. описание ниже).

**Архитектор-проектировщик** (англ. *constructing architect, building designer*) – архитектор, выполняющий рабочие чертежи (2D) для строительства. Сильными сторонами архитектора-проектировщика являются междисциплинарный подход, общий охват и доскональное знание всех фаз строительного процесса.

**Архитектор-контролер** (нем.: *Baueberwachung*) – специалист, осуществляющий надзор за строительством и сопровождение реализации проекта.

### Специализация по объекту проектирования

Развитие городов и высокие темпы строительства прошлого века приводят к специализации в сфере градостроительства и привлечению в эту область специалистов из других научных областей: градостроитель (англ. *urban designer*, нем. *Stadtplaner*), ландшафтный архитектор (англ. *landscape architect*, нем. *Landschaftarchitekt*), архитектор-социолог и культуролог города, *urban designer* (пер. архитектор городской среды).

**Градостроитель** с 1928 г. (англ. *town planner*, нем. *Stadtplaner*) – архитектор, специалист по планировке и застройке городов. Хотя история проектирования городов ведется с древних времен, современное понимание градостроительного искусства и профессиональное обособление градостроителей от архитекторов обозначились в начале XX века: в СССР – в 1928 г., когда Иваницкий А.П. открывает первые кафедры градостроительства в ЛИГИ и МИГИ. В США одна из первых программ по планировке городов открылась в Гарвардском университете в 1923 г. [1]. Нужно отметить, что с самого начала городское проектирование (планирование) в зарубежной практике развивалось как мультидисциплинарная область, учитывающая также экономические, политические, социальные аспекты развития городов. Глазычев В.Л. пишет, что «градостроительное планирование (*urban planning*) – нормативная деятельность по отношению к архитектурной деятельности, претендующей на творческую сферу».

**Ландшафтный архитектор** (англ. landscape architect, нем. Landschaftsarchitekt) – архитектор, специалист в области ландшафтной архитектуры, также владеющий знаниями о растениях, почвах, инженерных системах орошения. В России специализация в практической деятельности возникла в середине XX века. Одним из знаменитых ландшафтных архитекторов России была Залеская Любовь Сергеевна, окончившая в 1929 году ВХУТЕИИ, выпускница мастерской Н.А. Ладовского. На рубеже 60-70-х годов XX века по ее инициативе в архитектурном институте впервые создается кафедра ландшафтной архитектуры. В Америке в 1899 было основано Американское общество ландшафтных архитекторов, а первая академическая программа по ландшафтной архитектуре была открыта в Гарвардском университете в 1900 г. [1].

**Социолог и культуролог города** – специалисты, которые в 60-е годы прошлого века привносят в архитектурную деятельность тему «партисипации» (соучастия) – подхода, ориентированного на взаимодействие с местным сообществом горожан, – и активно участвуют в создании новых принципов развития городов. По меткому определению В.Л. Глазычева, архитекторы здесь начинают специализироваться в роли «адвокатов» по отношению к потребителю, используют специальные социологические методики для изучения потребностей жителей, инициации сопроектирования и соучастия в осуществлении совместно разработанного проекта [4].

**Urban designer** с 1960 г. – специалист, часто имеющий базовое архитектурное образование, изучающий возможности развития городов с меньшего масштаба, чем urban planner, и учитывающий развитие социо-культурного контекста городской среды. Urban designers появляются в постиндустриальный период развития городов под влиянием новых тенденций в зарубежной практике в области проектирования.

В начале XX века с развитием индустриального производства архитекторов и художников, работающих над созданием частных интерьеров, начинают приглашать для разработки эскизов мебели и других предметов интерьера для массового производства. На предприятиях возникает необходимость в специалистах с художественным подходом и техническим образованием, и архитекторы-художники, обладающие опытом работы с предметами интерьера, становятся первыми дизайнерами промышленных изделий: А. Вельде, А. Гауди, Ч.Р. Макинтош, Ф.Л. Райт, Л. Саливен [12, с. 70-80].

**Инженер-художник** с 1917 г., **дизайнер** с 1986 (англ. designer) – специалист, занимающийся проектированием и разработкой изделий промышленного производства. Первыми высшими школами дизайна, которые вели профессиональную подготовку специалистов промышленного дизайна, были Баухаус в Веймаре (1919-1925 гг.) и ВХУТЕМАС-ВХУТЕИИ (1917-1930 гг.) в Москве [12, с. 100-118]. В 1951 году в ФРГ для подготовки дизайнеров была специально открыта Ульмская школа формообразования, которая стала образцом для многих вновь образующихся центров дизайна в мире. В 1962 году в России создается Всесоюзный научно-исследовательский институт технической эстетики, с этого времени дизайн в нашей стране стал развиваться на государственном уровне [12, с. 230].

**Архитектор-дизайнер архитектурной среды** с 1986 г. – архитектор, специалист в организации архитектурной среды и проектирования малых архитектурных форм. В КГАСУ (КИСИ) подготовка специалистов архитекторов-дизайнеров была начата в 1986 году на кафедре архитектурного проектирования: в 1993 г. выделилась специальность «дизайнер архитектурной среды», в рамках которой была специализация «дизайн интерьера». Научно-методической базой для ее создания стал ряд крупных научно-проектных разработок под руководством Михайлова С.М. по архитектурно-художественному оформлению Углича, Новотроицка, Мамадыша, Альметьевска, Сарапула, Орска и других городов России.

**Дизайнер интерьера** (англ. interior designer, нем. Innenarchitekt), **художник-проектировщик интерьера** с 1993 г. – архитектор, специалист в области организации и проектирования внутренних пространств. Подготовка дизайнеров-интерьера в России в связи с отсутствием частного заказчика в советский период появилась уже в конце 90-х годов XX века. Так, кафедра интерьера, одна из молодых кафедр КГАСУ, была создана в июне 2003 года после лицензирования специальности 052500 (070603) – «Искусство интерьера». Специальность «Искусство интерьера» предполагает подготовку

специалистов по трем направлениям: художник-проектировщик интерьера, художник по текстилю в интерьере и художник-проектировщик по художественному металлу в интерьере. В Америке образовательные программы по специализации «дизайн интерьера» появились в 30-х годах прошлого века.

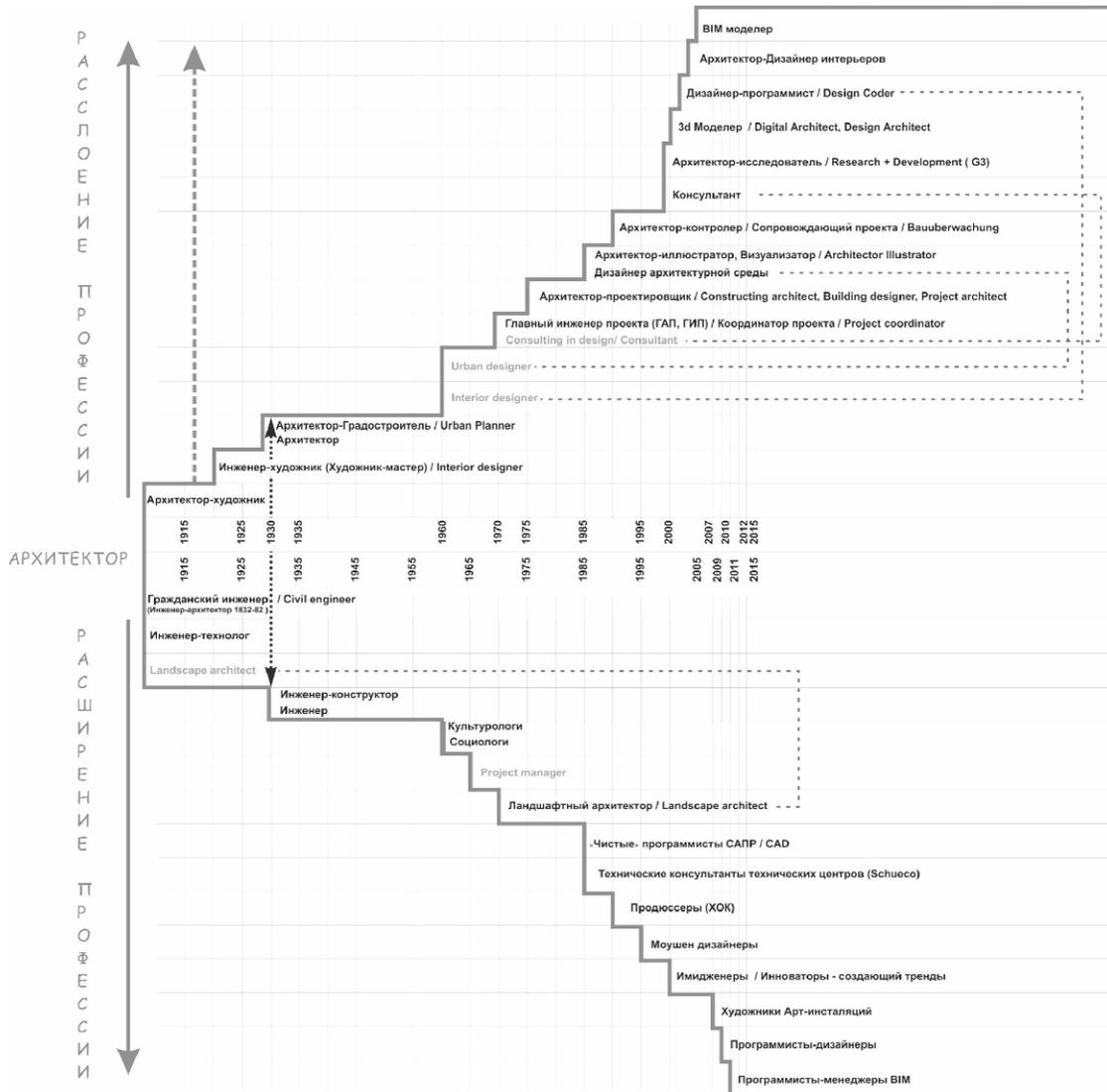


Рис. Карта специализаций архитектора с начала XX века по сегодняшний день

### Специализации по функции в процессе проектирования

В США в 60-е годы в строительную сферу приходят знания по теории управления, и возникают специалисты с архитектурным образованием, но специализирующиеся на управлении проектом – менеджеры проекта. В отличие от ранее названных специальностей, которые можно было отнести к группе специальностей по объекту, специальность менеджера проекта относится к группе специализаций по функции, на группу операций в процессе проектирования [4]. Специализация по функции в основном происходит на практике, закреплена в должностных инструкциях, на которые мы часто будем ссылаться.

**Менеджер проекта** (англ. project manager) – главный менеджер проекта в американских архитектурных бюро – лицензированный архитектор или не зарегистрированный дипломированный архитектор, с более чем 10-летним опытом, который несет общую ответственность за управление проектом, в том числе за контакты с клиентом, планирование и бюджетирование проекта. Менеджеры проекта в Америке могут получать дополнительное образование по управлению проектом [1] или получать

двойные дипломы. В российской архитектурной практике менеджеры проекта стали появляться уже в конце 90-х, когда на рынок стали приходить иностранные компании и приносить свою культуру ведения проекта.

**Архитектор-визуализатор** (англ. architectural illustrator) – архитектор, специализирующийся в визуализации архитектурного замысла с помощью различных средств графики. В Америке с ростом конкуренции развивается новая область в архитектурном бизнесе – архитектурная презентация проекта. Сначала архитекторы-визуализаторы создавали архитектурные перспективы в ручной графике [1]. Появление компьютерных программ, позволяющих добиваться реалистичного изображения, позволило делать компьютерные визуализации объектов, хотя живописные перспективы в ручной графике также остаются востребованными. В некоторых странах мира (США 1986 г., Австралия, Великобритания и др.) архитекторы-визуализаторы объединены в профессиональные союзы. Профессиональная подготовка архитекторов-визуализаторов в нашей стране ведется с 2006 г. в Британской высшей школе дизайна.

Развитие компьютерных технологий в конце 90-х позволило создать компьютерные программы, позволяющие моделировать и изменять объемы и формы объекта (3d Max, Grasshopper), а позже и создавать модели для обмена технической информацией об объекте (BIM-технологии). В свою очередь, это привело к появлению новых специализаций или гибридных специалистов с образованием архитектора и глубокими знаниями процессов моделирования и даже программирования: дизайнер-программист, BIM-моделлер.

**Дизайнер-программист**, креативный технолог – специалист в области программирования и дизайна, участвующий в создании новых идей в дизайне и архитектуре с помощью программирования. Вот как характеризует этих новых профессионалов Вадим Смахин, интерактивный дизайнер-программист: «Хороший креативный технолог должен удачно сочетать в себе качества, которые обычно делят между собой дизайнер и программист».

**BIM-моделлер** (англ. BIM-modeler) – инженер, который несет ответственность за создание информационных моделей (BIM) зданий для строительства. Технологии по обмену данными в проектировании появились в начале 90-х годов и стали позволять создавать трехмерную модель объекта, связанную с информацией об объекте. BIM модель позволяет автоматически создавать необходимые двухмерные чертежи и спецификации, а также при необходимости выполнять исследования модели здания. Пионером в использовании BIM технологий стал Фрэнк Гери при реализации его объектов.

Квалификационные требования к вакансии BIM моделлера работодателя Irvine, CA FTR International, Inc. – мирового лидера в области проектирования общественных зданий: производство архитектурных моделей BIM и контрактной документации, согласование BIM модели; выполнение обнаружения столкновения в Autodesk Navisworks; построение с помощью семейства Revit-редакторов компонентов BIM, отвечающих за создание компонентов здания; выполнение чертежей/планов, схем и графиков в Revit и/или AutoCAD чертежах; помощь в проектировании дизайнерам и инженерам; создание чертежей/проектов в соответствии с инструкциями, руководствами по CAD/BIM стандартам; изменение архитектурного CAD/BIM-файла для его использования в рабочих чертежах (очистка, аудит, ведение и устранение неполадок); помощь в выборе конструктивной схемы; подготовка проектных предложений для клиентов, работа бок о бок с проектными командами как внутри офиса, так и с внешними проектными командами для завершения BIM проектов.

**Технические консультанты (инженеры и проектировщики)** – дизайнеры и специалисты технологических центров и фабрик-изготовителей. Эти специалисты появляются в период второй волны индустриализации, когда на смену типизации крупных форм приходят открытые, «системные решения» элементов и частей зданий. В качестве примеров назовем системные решения светопрозрачных конструкций стен и покрытий технологического центра «Schuenco» или комплексные решения офисных интерьеров технологического центра «BENE». Здесь так же, как и в случае проектирования по каталогам домостроительных комбинатов, большая часть интеллектуальной работы выполняется внешними по отношению к локальному

архитектору специалистами – инженерами и дизайнерами удаленных технологических центров. Принципиально изменились отношения: уже не архитектор приспосабливается в своих решениях под каталог продукции фабрики, а специалисты удаленных технологических центров ищут наиболее подходящие решения для конкретного проекта.

**Научный консультант** (англ. project consultant) – архитектор, часто занятый в исследовательской деятельности в университете, обладающий необходимым для проектирования объекта новым объемом знаний. На сегодняшний день объем знаний велик, а скорости разработки проекта и его уникальность требуют вовлечения различных специалистов. Создается сфера консультационных услуг, специалистов, владеющих необходимыми знаниями. Часто такие центры возникают при университетах, потому что университеты – крупные научные центры, имеющие возможность концентрировать у себя специалистов и необходимую инфраструктуру для исследований.

### Выводы

Накопление знаний и объективный процесс специализации в сфере интеллектуального труда привели к специализации внутри профессии архитектора: сегодня можно говорить о нескольких десятках специалистов, называющих себя архитекторами. Предложена хронологическая карта специализаций профессии архитектора, с начала XX века по настоящее время.

Исторически углубление профессиональных знаний приводит к появлению новых специализаций, которые возникали внутри архитектурной профессии за счет обособления специальных видов деятельности – происходило **расслоение профессии**: *градостроитель, архитектор городской среды (urban designer), архитектор-дизайнер, дизайнер интерьеров* и др. Вместе с этим архитектурная профессия пополнялась приходом в нее новых специалистов и знаний из других сфер деятельности, этот процесс мы называем **расширение профессии**. К этой группе специалистов следует отнести *социологов и культурологов города, программистов, инженеров-технологов фабрик-производителей* и т.п.

Специализация внутри профессии архитектора и обособление различных специалистов проходило по двум направлениям. Первое направление – это возникновение **специализаций по объекту** проектирования: планировка территории города – *градостроитель*; планировка садов и парков – *ландшафтный архитектор*; организация архитектурно-предметной среды – *архитектор-дизайнер* и т.п. Второе направление – **специализация по функции** в процессе проектирования: организация и управление проектом – *главный инженер проекта*; внешние отношения с заказчиком, согласующими инстанциями, строительными подрядчиками – *менеджер проекта*; разработка документации для строительства – *архитектор-проектировщик* и т.п. Специальности по объекту проектирования закреплены в учебных программах. Специализация по функции происходит на практике внутри проектного бюро.

### Список литературы

1. Академические программы университета Гарвард. URL: <http://www.gsd.harvard.edu/#/academic-programs/> (дата обращения: 20.09.2012).
2. Акатьева А.О., Новиков Н.М. Профессиональный язык архитектора и средства коммуникации: Учеб. пособие для вузов. – Казань: ГУП «ТИГП», 2011.
3. Большая советская энциклопедия / Под ред. проф. А.М. Прохорова. – М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.
4. Глазычев В.Л. О дизайне. – М.: Искусство, 1970. – 230 с.
5. Глазычев В.Л. Эволюция творчества в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1986.
6. Достоевский А.В. «Записки о всей своей жизни». URL: <http://smalt.karelia.ru/~filolog/dostoev/texts/vospomin/flat4-/htm/flat4.htm> (дата обращения 14.12.2012).
7. Иванов В.И. Знаменитые ландшафтные архитекторы. Залесская Любовь Сергеевна // GARDNER.RU: интернет-изд. URL: <http://www.gardener.ru/gap/person/page36.php> (дата обращения: 20.09.2012).

8. Казусь И.А. Советская архитектура 1920-х годов. Организация проектирования. – М.: Прогресс-Традиция, 2009.
9. Крашенинников А.Ф. Образование и профессиональные звания зодчих в Российской империи // Архитекторы Российской империи с начала XVIII века и до 1917 года – М.: Гос. научно-исследовательский музей архитектуры им. А.В. Щусева, 2007. – С. 12-18.
10. Мастера советской архитектуры об архитектуре / Под ред. М.Г. Бархина, Т. 1. – М.: Искусство, 1975.
11. Меерович М.А. Альберт Кан в истории советской индустриализации // Архитектон: известия вузов, 2009, № 26.
12. Михайлов С.М., Михайлова А.С. История дизайна. Краткий курс: Учеб. пособие для вузов. – М.: Союз дизайнеров России, 2004. – 289 с.
13. «О подготовке технических кадров народного хозяйства». Ст. № 65 // Собрание узаконений и распоряжений Рабочего и Крестьянского Правительства РСФСР. – М.: Изд-во народного комиссариата юстиции, 1930, № 6.
14. СНиП 1.06.04-85. Строительные нормы и правила. // Положение о главном инженерере (главном архитекторе) проекта.
15. Энциклопедический словарь / Под ред. проф. И.Е. Андреевского, К.К. Арсеньева, проф. О.О. Петрушевского. – СПб.: Ф.А. Брокгаузъ и И.А. Ефронъ, 1890-1970.
16. Internationale Bauausstellung Berlin. Projektuebersicht, Berlin, 1987. – 194 p.
17. Lewis, Roger K. Architect: a candid guide to profession / Roger K. Lewis – Rev. ed. Architecture – Vocational guidance – United States: The MIT press, 1998. – 281 p.

Novikova A.N. – post-graduate student

E-mail: annanovikova1984@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Architectural design process

#### Resume

The article describes the development of specialization in architectural practice from the beginning of XX century to the present day. This article lists and describes more than 20 specializations in architectural practice and established the relationship between them, and in some cases, the comparison between the majors in foreign and domestic architectural practice. In the article there is a chronological map of specializations in profession of architect, from the early twentieth century to the present.

Historically intensification of professional knowledge leads to new specializations inside the architectural profession through segregation special activities – **lamination of the profession**: *urban planner, urban designer, interior designer*, etc. Beside the architectural profession is enriched by the influx of new professionals and knowledge from other areas, this process is called **expanding of the profession**: city sociologist and cultural studies specialists, architect-programmer, architect-engineer, manufacturers and factories technologists, etc.

Specialization within the profession of architect and segregation of different specialists took place in two ways. The first way – the emergence of **specialization by the type of the project**: planning the city – urban planner, landscaping and – landscape architect, organization of architectural object environment – the architect-designer, etc. The second way – **specialization by the function in the design process**: the organization and management of the project – chief project architect (project architect), external relations with the customer, matching authorities, building contractors – project manager; development of documentation for the construction – architect-designer, etc. Historically specialization by the type of the project in architectural profession could be identified in the development of academic programs. Specialization by the function has placed in practice in the architectural offices.

**Keywords:** specialization, the evolution of the profession, the profession of architect.

### References

1. Harvard University Academic programs. URL: <http://www.gsd.harvard.edu/#/academic-programs>.
2. Akatyeva A.O., Novikova N.M. Architectural professional communication and presentational techniques: Manual. – Kazan: «Tatinvestgragdanproject», 2011.
3. Great soviet encyclopedia / edited A.M. Prohorov. – M.: Soviet encyclopedia, 1969-1978.
4. Glazychev V.L. About design. – M.: Art, 1970. – 230 p.
5. Glazychev V.L. Creativeness evolution in architecture. – M.: Stroizdat, 1986.
6. Dostoevsky A.V. «Essays about all the life». URL: <http://smalt.karelia.ru/~filolog/dostoev/texts/vospomin/flat4-/htm/flat4.htm>.
7. Ivanov V.I. Famous landscape architects. Zalesskaya Lubov Sergeevna // GARDNER.RU: int. magazine. URL: <http://www.gardener.ru/gap/person/page36.php>.
8. Kazus I.A. Soviet architecture of 1920 years. Architectural practice management. – M.: Progress-Tradiziya, 2009.
9. Krashennnikov A.F. Education and professional ranks of architects in Russian Empire // Russian Empire architects from the beginning XVIII until 1917 – M.: Gov. scientific-research museum of architecture named by A.V. Schusev, 2007. P 12-18.
10. Masters of Soviet architecture speak about architecture / edited by M.G. Barhin. Part 1. – M.: Iskusstvo, 1975.
11. Meerovich M.A. Albert Kan in the history of soviet industrialization // Architecton web magazine, 2009, № 26
12. Michailov S.M., Michailova A.S. Design History. Outline: Manual. – M.: Russian Association of Designers, 2004. – 289 p.
13. «About education of technical staff of national economy», № 65 // Meeting of laws and instructions Workers and Peasant Government RSFSR. – M.: Published by National justice department, 1930, № 6.
14. SNiP 1.06.04-85. Constructional codes and instructions. Chief project engineer (chief architect) responsibilities.
15. Encyclopedia / Edited I.E. Andreevskogo, K.K. Arsenieva, prof. O.O. Petrushevskogo – S.Petersburg: F.A. Brokgauz and I.A. Efron, 1890-1970.
16. Internationale Bauausstellung Berlin. Projektuebersicht. Berlin, 1987. – 194 p.
17. Lewis, Roger K. Architect: a candid guide to profession / Roger K. Lewis – Rev. ed. Architecture – Vocational guidance – United States: The MIT press, 1998. – 281 p.

УДК 72:624.9

Покка Е.В. – аспирант, ассистент

E-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Особенности функционального содержания рекреационных мостов

#### Аннотация

В статье рассматриваются рекреационные мосты, посетители которых включаются в определенный функциональный процесс. Изучается сочетание функциональной загруженности пешеходных мостов с его основной функцией транзита. На основе этого сочетания в статье выделяются два основных типа функционального содержания рекреационных мостов. Далее выделяются подтипы функциональной программы каждого типа пешеходного моста путем сочетания функций. Функциональная программа пешеходных мостов включает как действия пассивных пешеходов, так и действия активных рекреантов. Типы и подтипы имеют возможность плавного перетекания, преобразования и дополнения друг друга.

**Ключевые слова:** пешеходные мосты, функциональная программа, транзит, типы, пешеход, рекреант.

Рекреационными мостами (РМ) мы называем те пешеходные мосты, на которых их посетители в дополнение к основной функции пешеходного передвижения отдыхают и развлекаются. Эти дополнительные действия превращают пешеходов в рекреантов. Современная практика превращения пешеходных мостов в рекреационные, проектирования и строительства новых рекреационных мостов демонстрирует большое разнообразие выполняемых рекреантами действий. Диапазон их весьма широк – от самых функционально простейших, как комфортное пребывание на мосту с целью любования открывающимися с них пейзажами, до таких сложных, как интерактивное участие в крупных развлекательных, культурно-познавательных функциональных процессах.

На развитие такого разнообразия РМ влияет современное стремление максимально освоить воздушное пространство как среду обитания и одновременно сохранить ценные качества поверхности земли. Это приводит к решениям многоуровневых жилых и общественных комплексов, в пространственной структуре которых используются мосты. Более того, функцию рекреационных мостов выполняют поверхности значительных многоэтажных объемных элементов этих сооружений, выполненных в качестве мостовых переходов из одной их части в другую. Такие РМ мы относим к одному функциональному типу.

Проектируется и строится значительное число крупных общественных зданий, конструктивно выполненных в виде моста. По такому же принципу выполняются объемные элементы крупных комплексов. Это – объекты целевого посещения. В функциональную структуру большинства этих сооружений и комплексов не заложена дополнительная функция пешеходного транзита. Но если в пространственно-планировочном решении такого объекта имеется возможность публичного пешеходного транзита, т.е., попав в одну его часть, транзитно пройти и при этом воспользоваться предоставляемыми в объекте услугами, и выйти в другой части, то такое сооружение мы относим ко второму типу РМ.

Итак, все РМ можно разделить на два функциональных типа.

**1-ый тип. Рекреационные мосты, основной функцией которых является обеспечение рекреантов полноценным пешеходным транзитом.** В рекреационных системах города или крупных общественных комплексов такие мосты выполняют функцию связи. Многообразие процессов отдыха и развлечений, добавленных к основной функции пешеходного транзита, позволяет выделить в этой типологической группе следующие подтипы:

**Подтип 1-1. Рекреационный мост, на котором дополнительная функция сопутствует транзиту.** Функциональные процессы на мостах этого типа протекают в зоне, соседствующей трассе транзитного движения рекреанта (сбоку, сверху, снизу). Зона

бывает единичной и множественной, прерывистой и непрерывной. По пути передвижения по РМ такого типа рекреанту предоставляется возможность (в отдельных местах или на всем пути) сойти с трассы своего передвижения и участвовать в дополнительных процессах. Это – самый распространенный функциональный тип. Он присущ всем РМ ландшафтного вида. В основном – процессы, протекающие на таких мостах, связаны с незначительной социальной активностью рекреантов. Характерным примером этих РМ может служить «мост Мира» в Калгари, построенный по проекту архитектора Сантьяго Калатравы (рис. 1). На мосту выделена центральная полоса для движения. На приподнятых боковых дорожках удобно стоять и любоваться видами центра города и центрального парка, между которыми проложен мост.



Рис. 1. Мост Мира в Калгари (арх. Сантьяго Калатрава)

Однако практика эксплуатации РМ ландшафтного вида данного функционального подтипа, расположенных в урбанизированной среде, показывает, что рекреант на таком мосту вовлекается в процессы с высокой социальной активностью. В качестве примера можно привести мост Харбор-Бридж в Сиднее инженера Дж.К. Бредфилда (рис. 2).



Рис. 2. Мост Харбор-Бридж в Сиднее (инж. Дж. К. Бредфилд)

Мост соединяет центральную часть города с жилыми кварталами на Северном берегу залива Порт-Джексон. Это один из двух самых больших стальных арочных мостов в мире с арочным пролетом в 503 метра (другим арочным мостом такой величины, а именно с пролетом арки в 518 метров, является мост «Фейетвилл» через реку Нью-Ривер в США). Его длина 1149 метров, а ширина 49 метров. Это – восьмиполосная автомобильная трасса, две железнодорожные ветки, дорожка для велосипедистов и тротуар для пешеходов. Высота моста над уровнем моря 139 метров, а пролет до воды залива 49 метров, что позволяет проходить под мостом океанским лайнерам. По поверхности его двух арок, взмывающих на высоту 139 метров, устроен пешеходный транзит. С этой высоты открывается захватывающая дух панорама Сиднея. Мост был выстроен в 1932 году. С октября 1998 года разрешен пешеходный проход по его аркам длиной в 1,5 км. Разрешено подниматься группами, в числе которых могут быть дети не младше 10 лет. Желаящие должны иметь обувь на толстой резиновой подошве, их одевают в специальные комбинезоны со страховочными креплениями, сопровождает инструктор. 1 октября 2008 года Сидней справлял десятилетие этого аттракциона. За это время в нем приняли участие более 2,2 миллиона человек. Празднование этого события

было отмечено одновременным восхождением на арку 137 человек из разных стран мира. Каждый участник восхождения имел при себе флаг своего государства (рис. 2).

Процессы «сопутствующего» типа протекают также и на РМ урбанизированного и ландшафтно-урбанизированного видов. На этих мостах дополнительные процессы намного разнообразнее и функционально гораздо сложнее. Иллюстрирует такой функциональный подтип РМ проект архитектора Джеймса Гарднера (рис. 3).



Рис. 3. Мост High Tide Street в Лондоне (арх. Джеймс Гарднер)

Предполагается, что его мост High Tide Street через Темзу должен стать новым лондонским бульваром. В плавающих платформах-модулях этого урбанизированного моста разместятся кафе, магазины, театр, библиотека. Развитию на водных просторах реки мощного общественного комплекса придается большое значение. С одной стороны, это целесообразно (дефицит территорий), а с другой – назрела необходимость связать активной рекреационной системой разобщенные рекой районы центра Лондона.

**Подтип 1-2. Рекреационный мост, на котором дополнительная функция сочетается с транзитом.** Функциональные процессы на мостах этого типа протекают в автономной зоне, соседствующей трассе транзитного движения рекреанта и частично захватывающей трассу. Зона бывает единичной и множественной, прерывистой и непрерывной. На мостах этого типа трасса транзитного движения эпизодически пронизывает зону с дополнительным функциональным процессом. На пути передвижения рекреанту предоставляется возможность эпизодически, не сходя с трассы своего передвижения, принять участие в этом процессе. РМ урбанизированного вида Aiola Island Bridge в австрийском Граце, на котором расположены бар, кофейня и плац для загорающих, иллюстрирует функциональное своеобразие мостов этого подтипа с единичным эпизодом дополнительного обслуживания рекреантов (рис. 4).

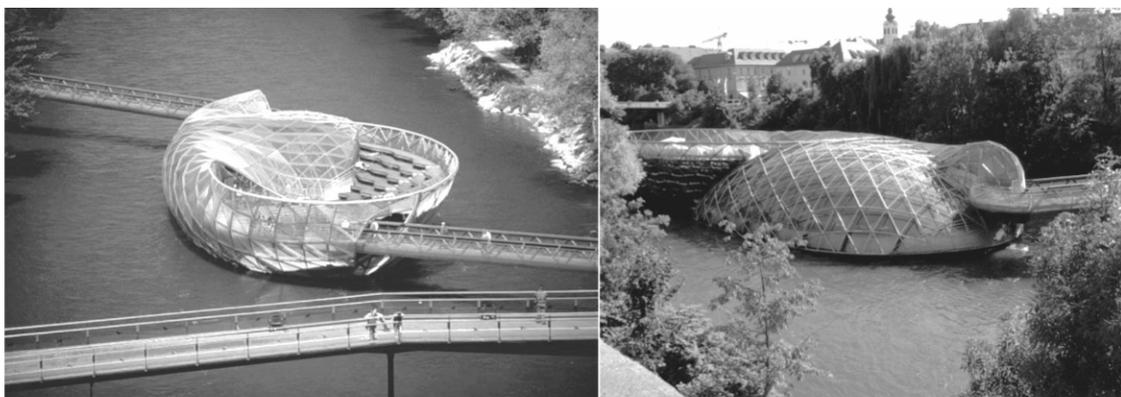


Рис. 4. Мост Aiola Island Bridge в Граце (Австрия) (арх. Вито Акконси)

РМ данного подтипа используются во множестве крупных многофункциональных комплексов. С их помощью создается рекреационная среда, в которой не только распределяются посетители по функциональным зонам, но и происходят отдельные функциональные процессы, протекающие в динамике передвижения отдельных групп людей, встречи и взаимодействия отдельных функциональных потоков. Пешеходные мосты и галереи позволяют архитекторам пространственно интегрировать в полифункциональное единство различные процессы в функциональных зонах, создавая среду высокой социальной активности рекреанта.

В качестве примеров использования РМ данного подтипа в комплексах полярно-противоположного функционального содержания можно привести два следующих объекта. Один из них – научный центр. Это Институт Наносистем Университета Калифорнии в Лос-Анджелесе. Другой – зрелищно-развлекательный комплекс. Это Киноцентр в Пусане (Южная Корея).

Институт Наносистем выстроен по проекту архитектора Рафаэля Виньоли (рис. 5). По замыслу автора, в этом научном центре в целях продуктивности работы специалистов, работающих в разных отделах и лабораториях, необходимо было обеспечить им условия для «импровизированного» сотрудничества, обмена мнениями. Виньоли решил комплекс двумя частями – восьмиэтажной частью (которую наполовину спрятал под землю) и трёхэтажной (которую поднял над парковкой на прямоугольных кирпичных «башнях», превратив ее в здание-мост). Связь между двумя частями осуществляется как через коридоры, проходящие по периметру всего комплекса, так и через сеть ландшафтно-урбанизированных РМ, пересекающих в разных направлениях образовавшийся между частями внутренний двор. Этот двор выглядит фрагментом футуристического мегаполиса. По замыслу автора, именно на пандусах этих «воздушных коридоров» должны возникать научные связи между разными отделами исследовательского учреждения.



Рис. 5. Внутренний двор кампуса Института Нано Систем Университета Калифорнии в Лос-Анджелесе (арх. Рафаэль Виньоли)

Киноцентр в Пусане запроектирован австрийским архитектурным бюро Coop Himmelb(l)au для проведения международного фестиваля Pusan International Film Festival (PIFF) (рис. 6). Комплекс состоит из здания Киногоры (CineMountain), в котором находятся театр на 1000 мест с трансформируемым залом, где можно давать и музыкальные, и драматические представления, и мультиплекс с 4 залами вместимостью от 40 до 200 мест, Городской долины (Urban Valley) – открытого кинотеатра на 4000 мест с экраном на фасаде Киногоры, который можно использовать и для театральных представлений, используя подсобные помещения театра, гигантского навеса, держащегося на «Двойном конусе» (Double Cone) – колонне-гиперболоиде, единственной опоре навеса (его консольный вылет равен 85 м). Внутри конуса внизу находится общедоступное кафе, а на верхней площадке – дорогой панорамный ресторан.

Вестибюль, студии и рабочие помещения фестиваля находятся в отдельном здании Холм PIFF (PIFF Hill). Все сооружения этого комплекса соединяют извивающиеся ленты мостовых переходов, представляющих собой ландшафтно-урбанизированный РМ.

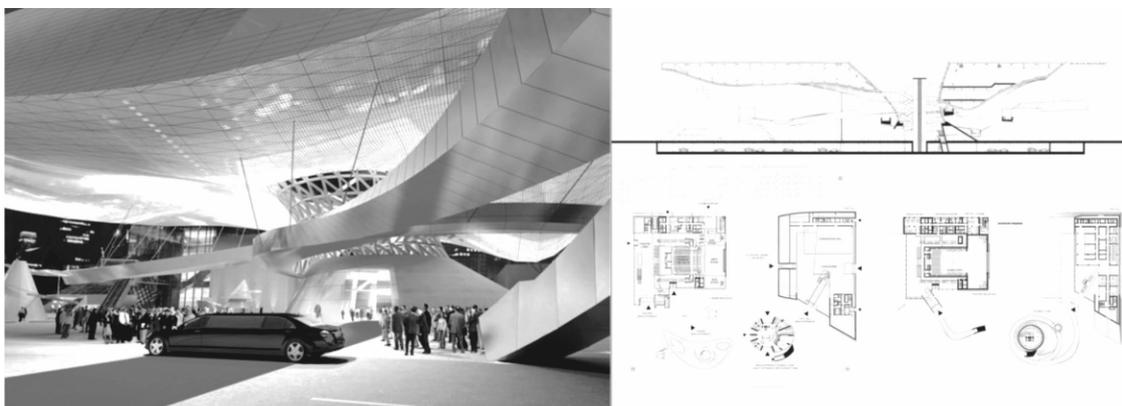


Рис. 6. Киноцентр в Пуссане (арх. бюро Coop Himmelb(l)au)

Рекреационный путь по этому мосту торжественно начинается Аллеей Славы. Устланная красной дорожкой, она подходит к комплексу от причала (большинство селебритис ступают на нее, выйдя из своих яхт) и поднимается по спиральной трассе моста. По сценарию торжественного фестивального приема вдоль всего этого пути передвижения гостей выставляются голографические изображения звезд, продюсеров и режиссеров. Спиралью закручивающийся мост удлиняет шествие участников фестиваля и делает это публичное действо зрелищно объемным. Не только в дни фестиваля, но и в обычные дни крыша навеса подсвечивается диодами, которыми управляет компьютер, обеспечивая разнообразные световые шоу.

В обычные дни программа этого грандиозного зрелищно-развлекательного комплекса меняется в сторону максимального функционального разнообразия и доступности массовому потребителю. При этом в сценариях разнообразных шоу сохраняется функция зрелищности передвижения по спиральному мосту.

**Подтип 1-3. Рекреационный мост, на котором дополнительная функция сопровождает пешеходный транзит.** РМ данного подтипа представляют собой сооружения, в которых транзитное движение рекреантов происходит с дополнительными функциональными процессами в единой зоне. Пешеходу предоставляется возможность участвовать в этих процессах на всем пути своего передвижения. Зона единая и непрерывная. Дополнительные функциональные процессы не мешают основному назначению моста – транзитному передвижению рекреантов.



Рис. 7. Жилой комплекс «Линкт Хайбрид» в Пекине (арх. Стивен Холл)

Примером, иллюстрирующим этот тип РМ, может стать урбанизированный рекреационный мост жилого комплекса «Линкт Хайбрид» в Пекине архитектора Стивена Холла (рис. 7). Мост, объединяющий четыре высотные башни комплекса, насыщен разнообразными объектами обслуживания, в числе которых торговые молы, рестораны, бассейны и пр. Благодаря мосту, эти объекты обслуживания доступны для всех обитателей высотных башен.

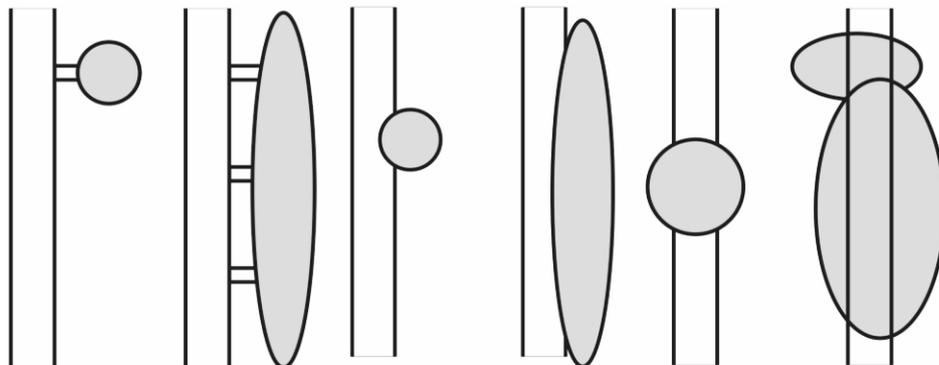


Схема 1. Подтипы 1-го типа моста

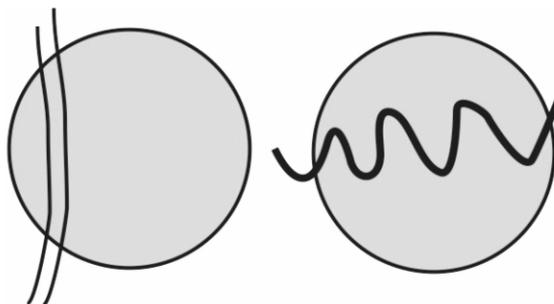


Схема 2. Подтипы 2-го типа моста

**2-ой тип. Рекреационные мосты-сооружения, основной функцией которых являются публичные процессы отдыха и развлечений.** РМ этой функциональной группы в рекреационных системах города или крупных общественных комплексов выполняют функциональную роль элемента и связи. Многообразие форм сочетания на этих сооружениях-мостах главного назначения с пешеходным транзитом позволяет выделить в них следующие два функциональных подтипа.

**Подтип 2-1. Рекреационный мост-сооружение, в котором транзит сочетается с основной функцией.** Пешеходный транзит в этих сооружениях проходит параллельно зоне основного функционального процесса (сбоку, сверху, снизу). Как правило, архитекторы, проектируя здания-мосты, не ставят целью предоставить транзиту «зеленую улицу». Целью ставится обеспечить транзит, сливая путь пешехода, пересекающего проектируемое сооружение общественного назначения, с главным внутренним рекреационным пространством, связывающим отдельные функциональные зоны объекта. Этот функциональный подтип РМ хорошо иллюстрирует урбанизированный РМ, представляющий собой здание Выставочного павильона на Экспо-2008 в г. Сарагосе, выстроенное по проекту архитектора З. Хадид (рис. 8). Это – входной павильон на выставку. Он выполнен мостом через реку Эбро. Центральный неф здания представляет собой сложное по форме главное распределительное пространство, из которого посредством переходов, лестниц, галерей начинаются все экспозиционные сценарии выставочных залов. Аудио и визуальная информация, сама форма распределяющих средств направляют потоки посетителей павильона по экспозиционным зонам. Посетителям выставки пройти павильон транзитом также помогают визуальные ориентиры.



Рис. 8. Здание выставочного павильона ЭКСПО-2008 в Сарагосе (арх. Заха Хадид)

**Подтип 2-2. Рекреационный мост-сооружение, в котором транзит сопровождает основную функцию.** Такие сооружения проектируются в структурах крупных общественно-обслуживающих комплексов и сооружаются в рекреационных системах городов. Расположенные в их опорах входные зоны доступны городским рекреантам. Планировочная структура этих сооружений обеспечивает им возможность транзитного прохода сквозь сооружения или по их поверхностям.

Примером объекта, в объемно-пространственной структуре которого использовано несколько РМ данного подтипа, является грандиозный проект Многофункционального комплекса французского архитектора Доминика Перро для города Салерно в Италии (рис. 9). Он занимает площадь в 30 га. Общая площадь комплекса – 170 тыс. м<sup>2</sup>. Объект такой величины будет располагаться возле города в заброшенном карьере Каве Салернитане. Комплекс включает концертный зал на 8 тыс. мест, образовательный центр, развлекательный центр, 4-звездную гостиницу, бизнес-центр и большие ландшафтно-рекреационные территории. Расположив центральное интегрированное пространство комплекса в глубине кратера карьера, архитектор соединяет его (центральное пространство) с террасируемыми поверхностями воронки кратера восемью 2-3-х этажными мостами. Урбанизированные РМ в этом проекте являются частью общей рекреационной системы комплекса.



Рис. 9. Многофункциональный комплекс в Салерно (арх. Доминик Перро)

Вторым примером РМ данного подтипа может служить торгово-обслуживающий комплекс Metropól Parasol (Зонтик Метрополи), выстроенный в центре Севильи (Испания) по проекту архитектора Юргена Майера, выигравшего международный конкурс (рис. 10). Объект предназначен для различных культурных программ. Он расположен на старинной площади Энкарнасьон, углубившись в грунт на 4 метра. Далее в глубине находятся руины древнеримского города Гиспалиса с сохранившимися мозаиками на стенах. С целью сохранения пространства площади, на которой традиционно организовывались ярмарки, на уровне земли расположено лишь кафе с эксплуатируемой крышей, сливающейся с площадью. Основную часть сооружения архитектор выполнил в воздухе в виде здания-моста, обеспечив его несколькими объемными опорами. В подвальной части комплекса разместился археологический музей, сквозь стеклянные полы которого посетители видят участки античных строений.



Рис. 10. Торгово-обслуживающий комплекс Metropol Parasol в Севилье (арх. Юрген Майер)

Нижний этаж в объеме моста отдан продовольственному рынку с рестораном. На верхнем этаже в универсальном концертном зале и в спортивных залах проводятся концерты, спортивные матчи, киносеансы, театральные представления, демонстрации мод, выставки и прочие культурные мероприятия. На крыше – прогулочная зона со смотровыми площадками. Объект социально ориентированный. Его внутренняя рекреационная система открыта городу. Непрерывность внутренних связей и открытость их во вне обеспечиваются входными зонами и лестницами с лифтами, расположенными в опорах. Горожане «приняли» это необычное по форме сооружение, диссонирующее с исторической средой, поскольку его программа нацелена не столько на обслуживание туристов, сколько на культурное обогащение их самих.

Значительное число зданий-мостов вовсе не имеют пешеходного транзита и являются лишь объектами целевого посещения. Эти сооружения, как и пешеходные мосты без добавочных функций, остаются за рамками нашего исследования.

Историческая практика трансформации пешеходных мостов в рекреационные, а также современная практика проектирования и строительства РМ показывает, что функциональное многообразие этих объектов не укладывается в рамки выявленных двух типов и их подтипов. Все выявленные подтипы имеют собственные подтипы и их сочетания. Более того, отдельные РМ демонстрируют причастность к обоим типам и к сочетаниям их подтипов.

### Список литературы

1. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. – М.: Архитектура-С, 2007. – 280 с.
2. Овчинников И.Г. Пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура. – Саратов: СГТУ, 2005. – 223 с.
3. Щусев П.В. Мосты и их архитектура. – М.: Гос. изд. лит. по стр-ву и арх-ре, 1939. – 360 с.
4. Надежин Б.М. Мосты и путепроводы в городах. – М.: Изд. лит. по стр-ву, 1964. – 288 с.
5. URL: [http://prirodadi.ru/krasivie\\_mesta\\_mira/most-harbor-bridzh-v-sidnee.html](http://prirodadi.ru/krasivie_mesta_mira/most-harbor-bridzh-v-sidnee.html) (дата обращения 30.01.2013).
6. URL: <http://www.archplatforma.ru/?act=1&nwid=432> (дата обращения 30.01.2013).

Pokka E.V. – post-graduate, assistant

E-mail: [ekaterina-p-83@mail.ru](mailto:ekaterina-p-83@mail.ru)

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

## Features of the functional content of recreational bridges

### Resume

Visitors of the recreation bridges are included in the functional processes at these bridges. Recreation bridges combine transit (it is main function of pedestrian bridges) and another actions of pedestrians. All actions of pedestrians correspond to functional programs. On this basis the article presents a few types.

The first type of functional bridges is the link (or transit) and the different graduate of functions. It includes three subtypes. The first is additional features accompany transit. The second is additional features correspond with transit. The third is additional features escort transit.

The second type of functional bridges is the public processes prevail over transit.

The functional program of pedestrian bridges is the actions of active holidaymakers and passive pedestrians. All types of functional programs can transform to each other.

**Keywords:** functional pedestrian bridges, fundamental types, environment, active holidaymaker, functional process.

### References

1. Gelfond A.L. The architectural design of the public buildings and the construction. – M.: Architecture-S, 2007. – 280 p.
2. Ovchinnicov I.G. The pedestrian bridges: construction, building, architecture. – Saratov: SSTU, 2005. – 223 p.
3. Schusev P.V. The bridges and its architecture. – M.: State publishers house to building and architecture, 1939. – 360 p.
4. Nadegin B.M. The bridges and the ... at the city. – M.: Publishers house to building, 1964. – 288 p.
5. URL: [http://prirodadi.ru/krasivie\\_mesta\\_mira/most-harbor-bridzh-v-sidnee.html](http://prirodadi.ru/krasivie_mesta_mira/most-harbor-bridzh-v-sidnee.html) (reference date 30.01.2013).
6. URL: <http://www.archplatforma.ru/?act=1&nwid=432> (reference date 30.01.2013).

УДК 72:624.9

Покка Е.В. – аспирант, ассистент

E-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

Агишева И.Н. – кандидат архитектуры, профессор

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Функциональное своеобразие современных рекреационных мостов

#### Аннотация

В статье выделяется три основных вида функционально-загруженных пешеходных мостов. Называем их рекреационными мостами. Каждый вид имеет свой генезис развития и относится к определенному каркасу или системе города. В соответствии с этим он имеет базовые характеристики и получает возможность приобретения определенных функциональных процессов. Функциональные процессы, протекающие на этих мостах, преобразуют их посетителей из пассивного пешехода в активного рекреанта. Постоянные процессы совершенствования среды стимулируют плавное перетекание одного вида моста в другой и последующий.

**Ключевые слова:** функционально-загруженные пешеходные мосты, виды, среда, рекреант, процессы.

Пешеходные мосты как произведения достижений инженерного, архитектурного и дизайнерского мышления представляют собой знаковые явления в городских и природных ландшафтах, в исторической и современной городской среде. Помимо утилитарного назначения передвижения по ним с целью преодоления препятствия, мосты выполняют дополнительную функцию как творческое произведение, эстетически обогащающее городские ландшафты. Для потребления этого качества моста, помимо созерцания, человек не производит никаких действий. Поэтому в нашем исследовании эти мосты просто пешеходные.

Если нахождение людей на мостах позволяет видеть что-то, что представляет интерес (например, панорамы раскрывающихся с моста видов или объектов и пр.), либо испытывать переживания от особых ощущений самого нахождения на мосту (от высоты моста, или его специфичной конструкции, или его особенной формы, ее дизайна), то такие мосты посещаются не только с утилитарной целью. Они выполняют дополнительную функцию, для реализации которой человек либо замедляет свое передвижение и даже делает остановку, либо специально посещает мост. Это – функционально-загруженные пешеходные мосты. Назовем их рекреационными мостами (РМ). Исторические и современные рекреационные мосты наделены функциональными процессами широкого диапазона деятельности рекреантов: от пассивного созерцания до интерактивного участия в полифункциональных процессах.

Разнообразие функциональных процессов формируется средой и может меняться с течением времени.

Современные РМ можно разделить на три вида: 1-ый вид – ландшафтные рекреационные мосты (ЛРМ), 2-ой вид – обитаемые рекреационные мосты (ОРМ) и 3-ий вид – урбанизированные рекреационные мосты (УРМ).

#### 1-ый вид. Ландшафтные рекреационные мосты.

Все функциональные процессы, протекающие на мостах этого вида, нацелены на релаксацию рекреанта от техногенной усталости в крупных городах. Такими мостами проектировщики также стремятся увеличить озелененные территории, делая их многоуровневыми, а зеленый каркас города – непрерывным (рис. 1а). Пешеход, попадающий на мост этого вида, оказывается в различных функциональных процессах. Одни из них расслабляют его, предоставляя комфортное погружение в умиротворяющие эмоционально-психические переживания созерцателя (живописности сезонных преобразований природных и городских пейзажей, природных явлений, таких как восход

или закат солнца, творений рук человеческих и пр.). Другие заряжают энергией от остроты эмоциональных переживаний или физических ощущений.

Искусство слияния естественной и искусственной среды демонстрирует множество китайских мостов. Они устроены так, что движение по таким мостам сопровождается последовательной сменой пейзажей. Классическим примером подобных мостов является мост Лу-Коу в Пекине (рис. 1б).

Мостами первого вида становятся древние транспортно-пешеходные мосты и акведуки. Помимо использования для процессов созерцательного отдыха, на них часто организуются общественные мероприятия, вовлекающие их посетителей в конкретные действия. Так, на мосту Ватерланд в Осло (мост выстроен в 1654 году) (рис. 1в) каждую субботу с 12 до 18 часов организуется знаменитый в Норвегии «блошинный» рынок «Гронланд».

Форма моста способна намекнуть, подтолкнуть к мысли о проведении каких-либо мероприятий, включить мост в современные процессы. Так используются старые мосты стран ближнего Востока, как, например, мост «Тридцати трех арок» через реку Заянде-Руд в Исфагане. Мост расположен на прямолинейном пути бульваров и аллей общей протяженностью 3 км и служит местом отдыха и прогулок населения. Он имеет длину 295 м, ширину – 13,75 м. Путь для караванов, повозок и скота был проложен на нем по второму ярусу. Сегодня на трассе этого древнего пути организуются такие акции, как конкурс детских рисунков (рис. 1г). Нижний уровень моста предназначен для пешеходов. На рис. 1д видно, как в условиях высокой воды в реке рекреанты используют отдельные площадки пешеходного уровня, спускаясь к воде то ли полюбоваться пейзажем, то ли побеседовать, а может просто посидеть в тишине. Подобные функциональные процессы возникают эпизодически или спонтанно. Проектом другого моста в Исфагане, моста Хаджу, предусмотрен такой функциональный элемент, как чайхана (это была чайхана шаха Аббаса, по велению которого и был выстроен этот мост в 1060 году). Каждый раз (во время засухи и в половодье) на этом мосту разворачиваются события, насыщенные различными эмоционально-содержательными переживаниями (рис. 1е, 1ж).

Высокоразвитые азиатские города в наш стремительный век выдерживают конкуренцию со многими европейскими городами. Такой мегаполис, как Сингапур, застраивается поистине удивительными объектами, повышающими его туристическую привлекательность. Главный культурно-развлекательный район современного Сингапура под названием Марина Бэй (Marina Bay) пополнился новейшим пешеходным мостом. Своим внешним видом он походит на масштабированную молекулу ДНК. 280-метровый ДНК-мост является ключевым элементом пешеходной экологической зоны протяженностью почти в 4 километра. Отдельные участки моста служат смотровыми площадками, с которых можно обозревать район Марина Бэй (рис. 1з).

Очень интересным проектом является Moses Bridge – «Мост Моисея» (рис. 1и). Его построили в Нидерландах при реконструкции форта XVII века. Назван он по имени пророка Моисея, перед которым расступились воды Красного моря, пропуская евреев, бежавших из Египта. Как и в библейском повествовании, воды пропускают группы туристов, с той разницей, что проход не исчезает. Идея рукотворного чуда принадлежит молодым архитекторам Ро Костеру (Ro Koster) и Аду Килу (Ad Kil) из голландского бюро Ro&Ad Architecten.

Мост Искусств – первый железный мост Парижа через реку Сену, который сегодня является пешеходным. Мост соединяет Французскую Академию и двор Луврского дворца, который и назвался «дворцом Искусств» в эпоху Первой империи. Этот знаменитый парижский мост был построен в самом начале XIX века. Сегодня парижане любят устраивать на мосту пикники, а свободные художники выставляют здесь свои картины (рис. 1к). Также мост знаменит традицией навешивания на него свадебных замочков (рис. 1л).

Современные мосты, относящиеся к 1 виду, не только вносят разнообразие в городскую среду и обогащают жизнь в ней. Они также предоставляют рекреантам отдых в комфортных условиях. Талантливые проектировщики находят неожиданные и смелые сочетания художественного формообразования моста с организацией функциональных процессов на нем.

Мост «Волны Хендерсона» (Henderson Bridge) в Сингапуре является одним из примеров единства формы и функции (рис. 1м, 1н). Мост предоставляет его посетителям различные режимы пребывания. Желаящим увидеть архитектурные волны в динамике, в накатывании одной на другую предоставляется зона свободного передвижения. Для желающих ощутить себя в этом архитектурном творении, как в застывшей музыке, предоставлены отдельные индивидуализированные пространства. Их образуют те зоны волн, где они вздымаются. Под гребнем каждой волны расположены помосты и скамьи. Отсюда комфортно любоваться и городскими пейзажами.

Схожим по функции, но художественно и пространственно совершенно иным является пешеходный мост Festina Lente, который соединил два берега реки Миляцка в Сараево, столице Боснии и Герцеговины. Черная стальная конструкция моста длиной 38 м вымощена светлыми алюминиевыми пластинами, вдоль пешеходного пути располагаются стеклянные бордюры с черными перилами, которые вечерами подсвечиваются светодиодными лампами. Подсветка подчеркивает в сумерках силуэт моста: посередине он изгибается петлей, которая одновременно служит своего рода воротами и беседкой. В «петле» расположены две деревянные скамьи-валики для того, чтобы пешеходы могли отдохнуть и пообщаться (рис. 1о, 1п).

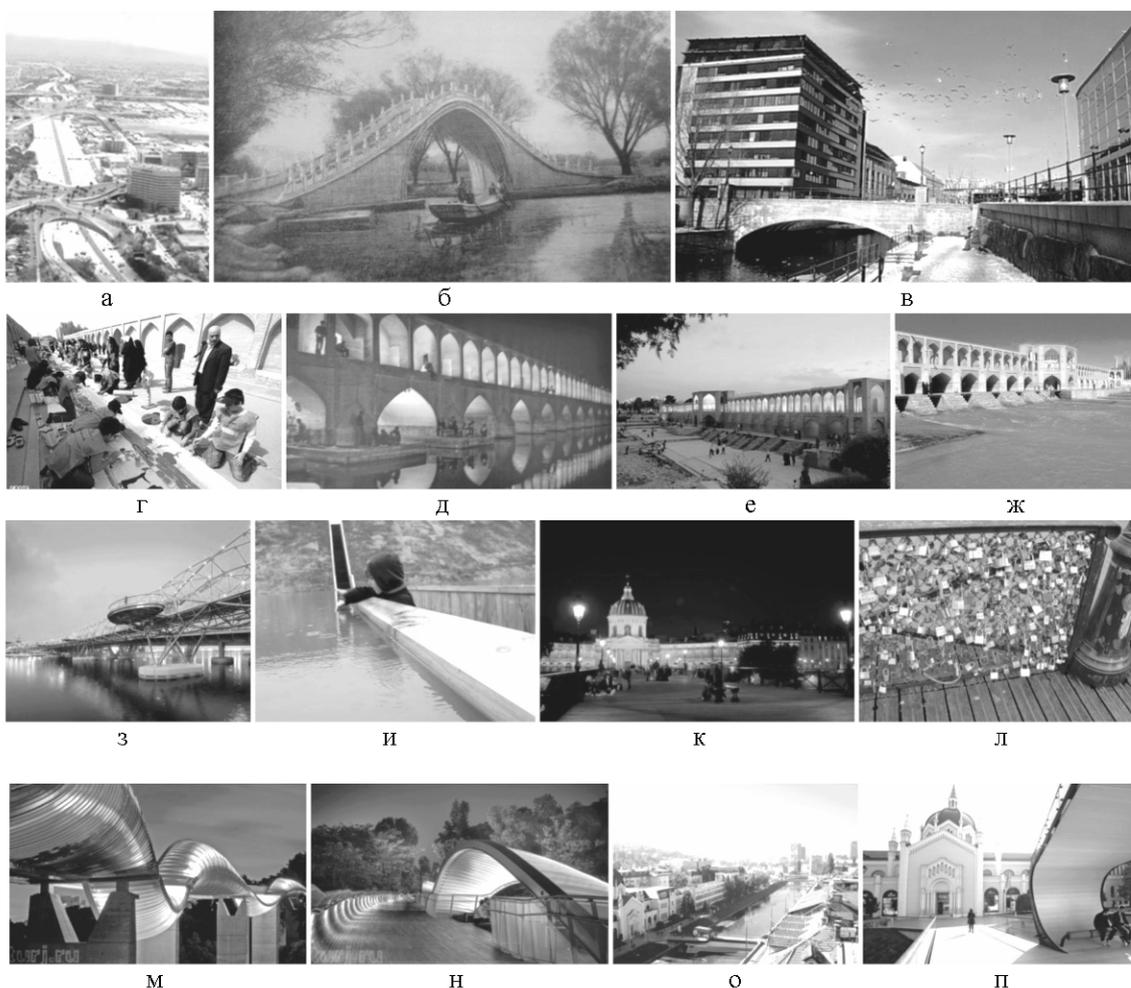


Рис. 1. Мосты 1-го вида:

а – «зеленые» мосты в Лос-Анджелесе; б – мост Лу Коу в Пекине; в – мост Ватерланд в Осло;  
г, д – мост Заянде Руд (мост тридцати трех арок) в Исфагане; е, ж – мост Хаджу в Исфагане;  
з – мост ДНК в Сингапуре; и – мост Моисея в Нидерландах; к, л – мост Искусств в Париже;  
м, н – мост «Волны Хендерсона» в Сингапуре; о, п – мост Festina Lente в Сараево

**2-ой вид. Обитаемые рекреационные мосты.**

Их отличает большой диапазон разнообразия и сложности протекающих на них функциональных процессов. В структурном каркасе рекреационной системы города или отдельного крупного общественного комплекса эти мосты выполняют роли связи и элемента. Проектировщики градостроительных узлов и общественных комплексов даже превращают их в здания. Определяя эти мосты, используем термин «обитаемый мост».

Функциональные процессы, протекающие в общественных пространствах обитаемых рекреационных мостов, преобразуют их посетителей из пассивного рекреанта в активного. С включением в функциональный процесс возникает их поведенческая активность. С погружением в процесс активность возрастает. В итоге поведенческая активность преобразуется в интерактивность, которая преобразует и развивает сами функциональные процессы.

В качестве классического примера обитаемого моста приведем мост-павильон ЭКСПО-2008 в Испании (Сарагоса) арх. Заха Хадид (рис. 2а). Стальная структура переброшена через реку Эбро и служит одновременно пешеходным мостом, входным павильоном всего комплекса ЭКСПО и выставочным залом. Форма сочетается с главным «предметом» выставки в Сарагосе – стихией воды. С правого берега до острова в середине реки по слегка изогнутой траектории ведет один узкий и длинный модуль (185 м). От острова до берега ЭКСПО идут три параллельных отсека, каждый длиной около 85 м. Каждый из модулей содержит внутри отдельный выставочный зал. Все модули различаются сценариями освещения и степенью открытости во внешнее пространство.

Со своеобразным юмором решен павильон Нидерландов на Всемирной выставке в Шанхае ЭКСПО-2010 (рис. 2б). Павильон выполнен в виде «Счастливой улицы» из небольших домиков, размещенных наподобие «американских горок». Философия такого решения архитектора Йона Кёрмелинга (John Kōrmeling) связана с мыслью о том, что лучший город начинается с улицы.

Современное строительство в мировой практике неразрывно увязывается с экологическими проблемами. Не только проектирование новых пешеходных мостов, но и вовлечение старых в рекреационные системы городов также решает эту проблему. Так, своеобразием превращения в рекреационный мост старого моста 1862 года над каналом Урк в Париже стало размещение на нем здания «Анти смог» (рис. 2в). Помимо кафе и ресторанов, основной функцией новостроя стала очистка воздуха этой части городского района от выхлопов автомобильных газов. Авторы проекта добились этого применением сверхновых материалов и технологий.

Пример экономии и рационального использования существующих конструкций демонстрирует проект «Навесного города» (Slow Uprising) от архитектурной компании Ja Studio Inc (рис. 2г). В Италии сейчас сооружается новая дорога и сеть инженерных сооружений, для того чтобы соединить города Солерно и Реджио в области Калабрия. Власти организовали конкурс проектов по эксплуатации старого участка после того, как новый трафик пройдет мимо него. «Навесной город» – это решение в рамках конкурсной программы.



Рис. 2. Мосты 2-го вида:

а – мост-павильон ЭКСПО 2008 в Испании; б – мост-павильон Нидерландов «Счастливая улица» ЭКСПО 2010 в Шанхае; в – проект «Анти Смог» в Париже; г – проект «Навесной город» в Италии

**3-ий вид. Урбанизированные рекреационные мосты.**

Этот вид мостов – детище самых современных технологий удовлетворения потребностей и развлечений в урбанизированной среде. Располагаются мосты этого вида

в общественно активных узлах города или в крупных общественных комплексах. Пространства этих градостроительных образований максимально насыщены разнообразными функциональными процессами. Их посетители различными средствами стимулируются к участию в этих процессах, к увеличению темпов и к смене видов участия. Все ориентировано на их высокие энергетические затраты.

Одним из звеньев, организующих деятельность посетителей в этих условиях, является учет их психо-физических возможностей. В качестве средства активизации их деятельности или адаптации к функциональным процессам используются искусственные ландшафты. Они выполняют функцию ускоренного или мягкого вхождения в процессы, функцию релаксации, сродни «передышке» между темпами и сменой видов деятельности. Для нахождения в них самих (процессах) или восприятия их используются пешеходные мосты. Они позволяют увязать в интегрированное целое многообразие функциональных процессов. Они (мосты), как каналы свежего воздуха, пронизывают функциональные процессы, переплетают их, сопутствуют им.

Функциональные процессы здесь те же, что на мостах вида 2, но дополненные процессами активизации, релаксации и отдыха. Эти дополнительные процессы в корне отличаются от процессов релаксации и отдыха на мостах вида 1, поскольку, в отличие от них, протекают в функциональных процессах (в структуре градостроительных узлов, крупных полифункциональных общественных комплексов). Особое место в обеспечении их в искусственной среде занимают новейшие арт-технологии, средствами визуализации дополняющие, а порой и полностью заменяющие искусственные ландшафты. (Роль релаксации также активно выполняют профессионально выполненные рекламные продукты, подсознательно направляющие рекреанта в определенные функциональные зоны, подготавливающие его к участию в определенных функциональных процессах и даже обеспечивающие релаксацию).

В лос-анджелесском кампусе Университета Калифорнии здание научного Института Нано Систем, спроектированное Рафаэлем Виньоли, разделено на две части. Связь между двумя постройками осуществляется как через коридоры, проходящие по периметру здания, так и через сеть «мостиков», пересекающих в разных направлениях внутренний двор комплекса (рис. 3а). По сравнению со сдержанными, облицованными пластиковыми панелями фасадами корпусов, этот двор выглядит фрагментом футуристического мегаполиса; и именно на пандусах этих «воздушных коридоров» должны возникать научные связи между разными отделами исследовательского учреждения.

Мосты 3 вида включаются в многофункциональные комплексы (рис. 3б). Так, многофункциональный комплекс Galaxy SOHO – Галактика Сохо (арх. Заха Хадид), расположенный в центре Пекина, связан множеством переходов и урбанизированных рекреационных мостиков.



Рис. 3. Мосты 3-го вида:

а – внутренний двор кампуса Института Нано Систем Университета Калифорнии в Лос-Анджелесе; б – переход многофункционального комплекса Galaxy SOHO в Пекине

В проектной практике виды рекреационных мостов встречаются как в чистом виде, так и в комбинированном. Комбинации всех видов можно представить как суммы: «1+2», «1+3», «2+3».

Мост вида «1+2» может совмещать виды в одном его уровне или в разных уровнях.

Примером «1+2» в одном уровне является проект «Хрустальные мосты» в штате Арканзас архитектора Моше Сафди. По мнению архитектора, в музее американского искусства важно было полностью открыть помещения дневному свету и создать ощущение органичного восприятия экспозиции музея и природы (рис. 4а).

Примером «1+2» в разных уровнях является мост Багратион в Москве архитектора Б. Тхора (рис. 4б). Два уровня торгово-пешеходного моста представляют собой современный торгово-рекреационный комплекс. Первый пешеходный уровень – полностью застекленная крытая галерея с травалаторами (движущимися тротуарами), позволяющими ускорить передвижение по мосту до 0,6-0,75 м/с. Второй пешеходный уровень частично застеклен, а серединная часть пролета на этом уровне открыта и представляет собой смотровую площадку. Оба уровня соединяются между собой каскадом лестниц, эскалаторов и лифтов.

Мост вида «1+3» призван соединять или разграничивать функциональные блоки.

Примером «1+3», соединяющим функциональные единицы посредством рекреационного моста со специальными обзорными площадками, представляется проект Хай Лайн (рис. 4в).

Примером «1+3», разделяющим функциональные блоки, являются подвесные мосты в жилом комплексе Bishan Central в Сингапуре архитектора Моше Сафди. Архитектор использует ландшафтные мосты, разбив на них сады и организовав рекреационные зоны для жителей комплекса (рис. 4г), располагая их между жилыми блоками.

Мост вида «2+3» иллюстрирует проект «Marina Bay Sands» в Сингапуре. Три башни отеля связаны мостом длиной 340 метров (рис. 4д). Эта связь подходит под описание мостов 2 и 3 видов и представляет единую платформу, выполненную в виде трехпалубного корабля. Платформа насыщена разнообразными функциональными объектами, общая вместимость которых 4 тысячи человек. Самым крупным объектом, расположенным в трюме этого «корабля», является казино на 500 игровых столов и 1600 игровых автоматов. В пространственной структуре платформы имеются мосты, обеспечивающие ее функционирование.

Последний пример иллюстрирует также и сочетание «1+2+3», поскольку на платформе разместились бассейн, искусственные пляжи, прогулочная зона, кафе, рестораны с видовыми площадками на залив и город (рис. 4е). Расположение бассейна таково, что пользующиеся им могут испытать настоящий экстрим, подплывая к его краю, ибо оказываются у края самой платформы на высоте в 200 метров.

Рассмотрев примеры вышеизложенных видов, можно сказать, что основные виды рекреационных мостов, функционируя самостоятельно и имея собственные характеристики и принадлежность к определенной среде, образуют каждый раз все более интересные решения, используя качества других видов при смешении. Таким образом, можно получать новые функциональные сочетания, а значит и новые качества, которые бы отвечали требованиям среды и задачам, которые предстоит в ней решить.

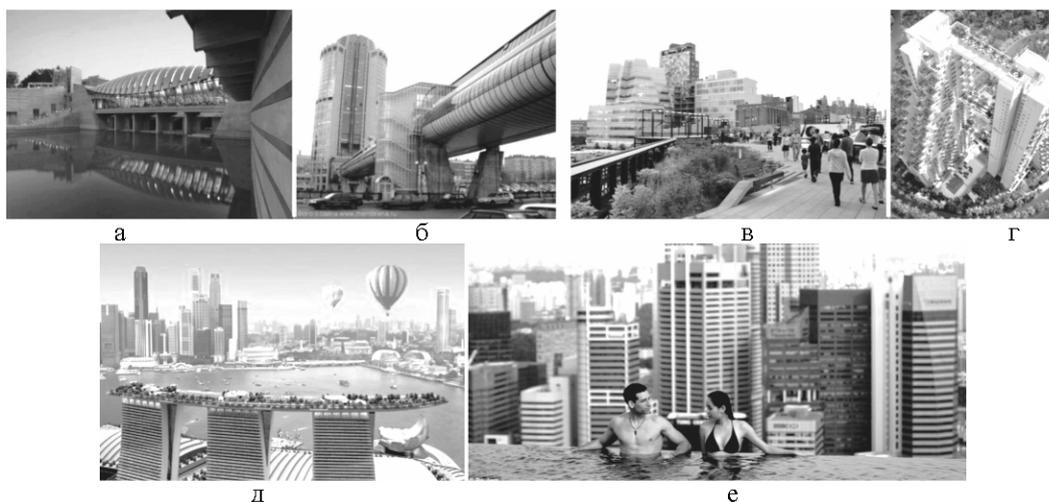


Рис. 4. Мосты сочетаний видов: «1+2», «1+3», «2+3» и «1+2+3»:

а – арт-музей «Хрустальные мосты» в Арканзасе; б – торговый мост «Багратион» в Москве;  
в – проект Хай Лайн в Нью-Йорке; г – жилой комплекс Bishan Central в Сингапуре;  
д, е – отель «Marina Bay Sands» в Сингапуре

### Список литературы

1. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. – М.: Архитектура-С, 2007. – 280 с.
2. Овчинников И.Г. Пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура. – Саратов: СГТУ, 2005. – 223 с.
3. Щусев П.В. Мосты и их архитектура. – М.: Гос. изд. лит. по стр-ву и арх-ре, 1939. – 360 с.
4. Надежин Б.М. Мосты и путепроводы в городах. – М.: Изд. лит. по стр-ву, 1964. – 288 с.
5. URL: <http://tiptotrip.ru/tips/940-dnk-most-v-singapore> (дата обращения 30.10.2013)
6. URL: <http://www.klubok.org/interesting/2110-2012-11-30-01-50-21> (дата обращения 30.10.2013).
7. URL: [http://v-paris.ru/tours.php?cat\\_id=85](http://v-paris.ru/tours.php?cat_id=85) (дата обращения 30.10.2013).

**Pokka E.V.** – post-graduate, assistant

E-mail: [ekaterina-p-83@mail.ru](mailto:ekaterina-p-83@mail.ru)

**Agisheva I.N.** – candidate of science, professor

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### The functional particularity of modern recreation bridges

#### Resume

The pedestrian bridges are the important element of environment. Transit is the main function of the pedestrian bridges. Some functions are added to transit. So the functional pedestrian bridges or the recreation bridges are obtained. The article presents the main species of recreation bridges at quantity of three. Every species is especial genesis and it is definite framework or system of city. In this idea it had fundamental reference and it accumulation a different function. The functions of the bridges may to make the active holidaymaker from the passive pedestrian.

The first species of recreation bridges it is landscape recreation bridges. It is bridges to relaxation of pedestrians. The second species of recreation bridges it is living bridges. It is bridges to make the active process of the bridges into interactive process. The third species of recreation bridges it is urbanization bridges. It is bridges to link the different process in the environment. The permanent process of the perfections environment to stimulates the transformation at all species.

**Keywords:** functional pedestrian bridges, fundamental species, environment, active holidaymaker, functional process.

#### References

1. Gelfond A.L. The architectural design of the public buildings and the construction. – М.: Architecture-S, 2007. – 280 p.
2. Ovchinnicov I.G. The pedestrian bridges: construction, building, architecture. – Saratov: SSTU, 2005. – 223 p.
3. Schusev P.V. The bridges and its architecture. – М.: State publishers house to building and architecture, 1939. – 360 p.
4. Nadegin B.M. The bridges and the overpasses at the city. – М.: Publishers house to building, 1964. – 288 p.
5. URL: <http://tiptotrip.ru/tips/940-dnk-most-v-singapore> (дата обращения 30.10.2013).
6. URL: <http://www.klubok.org/interesting/2110-2012-11-30-01-50-21> (reference date 30.10.2013).
7. URL: [http://v-paris.ru/tours.php?cat\\_id=85](http://v-paris.ru/tours.php?cat_id=85) (reference date 30.10.2013).

УДК 728.1.01

Смирнова С.Н. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: smirnovskie\_ns@mail.ru

Поволжский государственный технологический университет

Адрес организации: 420000, Россия, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3

### Типология энергоэффективных жилых зданий малой этажности для климатических условий Среднего Поволжья

#### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы формообразования актуального на сегодняшний день течения в архитектуре – энергоэффективных жилых зданий (ЭЖЗ). Разработана типология ЭЖЗ малой и средней этажности применительно к климатическим условиям Среднего Поволжья. Типологическое деление осуществляется на первом этапе в зависимости от характера связи с окружающей средой, далее – в зависимости от различных способов реализации принципа теплового зонирования, расположения буферных зон и теплового ядра. В данной статье подробно описывается типология ЭЖЗ малой этажности, которая объединяет в себе усадебное и блокированное жилище. Раскрыты преимущества и недостатки каждого типа.

**Ключевые слова:** энергоэффективное жилое здание, тепловое зонирование, типология, усадебное жилище, блокированное жилище.

*Архитекторы не могут решить  
все мировые экологические проблемы,  
но мы можем проектировать здания,  
требующие только часть  
потребляемой ныне энергии... [1]  
Н. Фостер*

В последние годы мир охватило стремление к эффективному использованию энергии. Но до сих пор остаются не изучены теоретические основы проектирования энергоэффективного здания.

Автором было произведено комплексное исследование различных аспектов проектирования, влияющих на получение конечного результата – энергоэффективного жилого здания (ЭЖЗ) [2]. В этой связи превалирующее значение в формировании архитектуры ЭЖЗ получает принцип определения общей архитектурно-планировочной концепции здания, определяющий мероприятия, повышающие тепловую эффективность здания, связанные с выбором типа жилого здания.

Для ясности следует обратиться к основным понятиям, характеризующим энергоэффективность объемно-планировочного решения жилья: принцип теплового зонирования, буферные зоны, тепловое ядро.

Тепловое зонирование заключается в организации на пути следования теплового потока из внутренней зоны (теплового ядра) к наружной поверхности ряда зон с постепенным понижением требуемой в них температуры. Тепловое ядро формируется из помещений и элементов с повышенными тепловыделениями: кухни, ванной, печи, камина и т.д.

Одним из основных элементов регулирования энергопотребления и формирования микроклимата помещений в пространственно-объемной структуре здания являются «буферные зоны». Они уменьшают разность температур внутренней и внешней среды, снижая при этом теплопоступления и теплопотери, как правило, за счет теплоизолирующей воздушной прослойки. Буферные зоны могут быть в виде вспомогательных неотапливаемых пространств (входные тамбуры, чердачные пространства, подвалы, технические этажи, массив грунта) и остекленных пространств (атриумы, остекленные лоджии и веранды, оранжереи встроенные, блокируемые по вертикали, пристроенные с юга). Рационально спроектированные «буферные зоны»

смягчают экстремальные воздействия на здание природной среды, создают равновесие между этими воздействиями и микроклиматом внутреннего пространства.

Разработанный типологический ряд ЭЖЗ малой и средней этажности строится на первом этапе на основе деления по характеру связи с окружающей средой (рис.), далее – в зависимости от различных способов реализации принципа теплового зонирования, расположения буферных зон и теплового ядра.

К первой группе относятся жилые дома с прямой связью квартир с территорией: усадебное городское жилище и блокированные дома. Основные признаки данной группы – наличие земельных участков при каждой квартире, небольшая этажность (чаще всего 1-2 этажа). В настоящем исследовании пристальное внимание уделено этому типу ЭЖЗ.

ЭЖЗ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ	ЖИЛЫЕ ДОМА СО ВХОДАМИ В КВАРТИРЫ С ТЕРРИТОРИИ	УСАДЕБНОЕ ГОРОДСКОЕ ЖИЛИЩЕ	ТРАДИЦИОННАЯ ФОРМА		
			НАПРАВЛЕННАЯ ФОРМА		
			НА РЕЛЬЕФЕ		
		БЛОКИРОВАННОЕ ГОРОДСКОЕ ЖИЛИЩЕ	ОДНОРЯДНАЯ БЛОКИРОВКА		
			ДВУХРЯДНАЯ БЛОКИРОВКА		
			НА РЕЛЬЕФЕ		
	ЖИЛЫЕ ДОМА СО ВХОДАМИ В КВАРТИРЫ ЧЕРЕЗ ОБЩИЕ КОММУНИКАЦИИ	АТРИУМНЫЙ			
		СЕКЦИОННЫЙ	ТОЧЕЧНЫЙ (ОДНОСЕКЦИОННЫЙ)		
ЛИНЕЙНЫЙ (МНОГОСЕКЦИОННЫЙ)			МЕРИДИОНАЛЬНЫЙ		
			ШИРОТНЫЙ		

Рис. Типология ЭЖЗ малой и средней этажности

Преимущества ЭЖЗ усадебного городского типа:

- возможность реализации индивидуального образа жизни и деятельности человека;
- масштабная соразмерность человеку архитектурного облика ЭЖЗ;
- экологичность – создание для человека образа жизни, протекающего в непосредственном общении с окружающей средой;
- освоение неудобных для многоэтажного строительства мест застройки;
- свобода в выборе средств достижения энергоэффективности здания – ориентации, формы, линейных параметров ЭЖЗ, использования НВИЭ;
- легкая доступность нетрадиционных видов источников энергии (НВИЭ).

Но существуют также определенные недостатки: низкая плотность застройки, увеличение радиусов обслуживания и мест приложения труда, ухудшение транспортной доступности. [3]

В рамках следования общей концепции формирования архитектуры ЭЖЗ усадебного типа функционируют три варианта (табл. 1). Высота во всех случаях – два этажа.

ЭЖЗ усадебного типа традиционной формы в условиях Среднего Поволжья характеризуют следующие мероприятия:

- 1) образование теплового ядра (кухня и ванная);
- 2) для защиты от преобладающих зимних ветров и перегрева в послеобеденное время с юго-западной стороны – веранда, с южной – пространство остекленного зимнего сада; в целях уменьшения теплопотерь от северных ветров с севера – гараж;
- 3) ориентация кухни на север;
- 4) двухсветное пространство зимнего сада с юга способствует пассивному накоплению солнечной энергии с отдачей ее через окна в помещения первого этажа и через лестничный холл в помещения второго этажа, аккумуляции тепла дополнительно способствует бетонный пол зимнего сада;

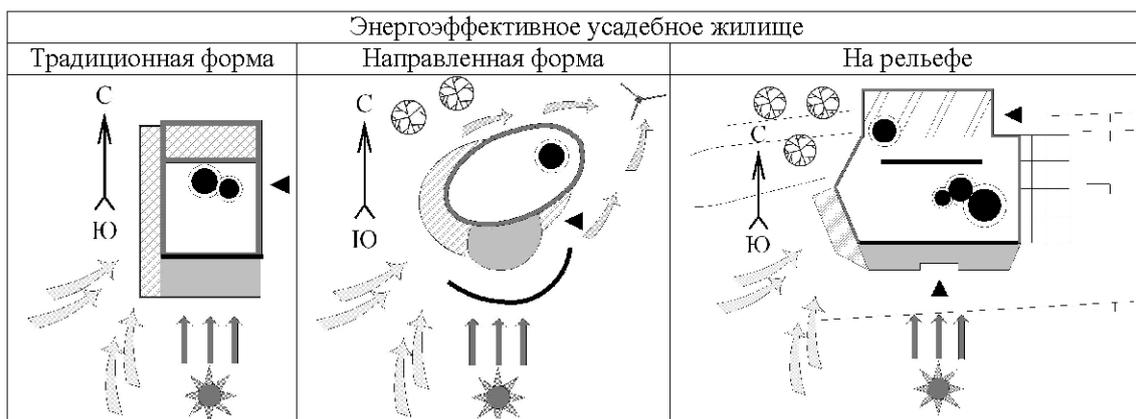
5) применение солнечных коллекторов на крыше в целях активного использования солнечной энергии с уклоном 56-72° к горизонту.

Угол наклона гелиоприемника для условий Среднего Поволжья (по методике определения угла наклона гелиоприемника А.А. Саидова) [4]:

- А) для гелиосистем, действующих только в теплое время года -56°;
- Б) для систем круглогодичного действия -67°;
- В) для систем гелиоотопления -72°.

Таблица 1

Реализация принципа теплового зонирования в энергоэффективном усадебном жилище



Условные обозначения к таблице 1:

	тепловое ядро дома		пространство летнего отдыха
	буферные зоны		посадки деревьев
	остекленное пространство для пассивного накопления солнечной энергии		преобладающее направление зимних ветров
	гелиоколлекторы		положение Солнца и направление солнечного света
	заглубленная в склон часть дома		ветроэнергетическая установка
	вход в жилую ячейку		

ЭЖЗ направленной формы позволяет наиболее полно реализовать требования экологичности и экономичности при создании ЭЖЗ усадебного типа:

- 1) близкая к сферической форма здания увеличивает компактность;
- 2) аэродинамическая форма здания создает концентрацию ветровых потоков на ветроэнергетической установке;
- 3) криволинейные округлые очертания кровли позволяют снизить охлаждающее давление ветра и значительно уменьшить инфильтрационные теплопотери;
- 4) увеличение поверхности южного фасада за счет создания широтной ориентации формы плана позволяет саккумулировать значительное количество солнечной энергии;
- 5) плавное примыкание буферных зон не нарушает направленность формы;
- 6) лесопосадки для защиты от северных ветров;
- 7) создание защищенного входа с востока;
- 8) применение гелиоколлекторов, встроенных в цоколь.

Отличительной чертой ЭЖЗ усадебного типа на рельефе выступают:

- 1) герметизация большей части северного фасада путем обсыпки и заглубления его стен в южный склон;
- 2) защита от зимних ветров путем создания направленности формы и применения веранды;

3) устройство системы утилизации тепла вытяжного воздуха и пассивной солнечной энергии для обогрева жилых помещений второго уровня;

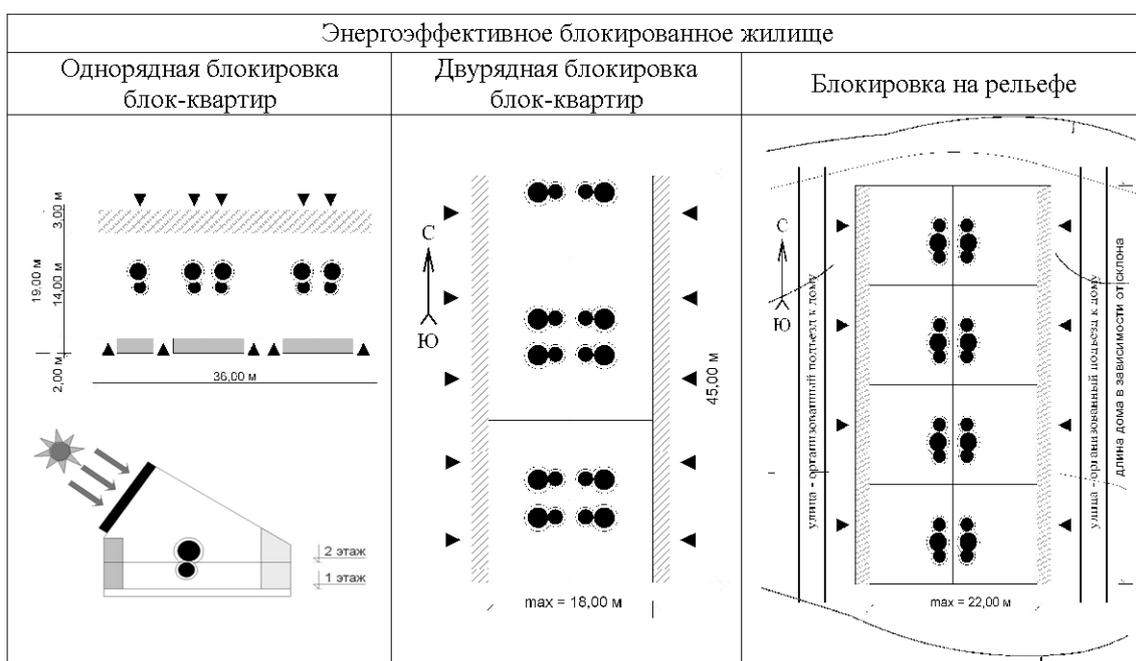
4) широкие возможности активного использования солнечной энергии.

Блокированное энергоэффективное жилище создается путем однорядной и двухрядной блокировки блок-квартир, образования жилого дома на рельефе (см. табл. 2).

Длина данного типа ЭЖЗ определяется целесообразностью блокирования не более 5 объектов, поскольку при следующем увеличении числа элементов, согласно исследованиям А.М.Берегового, эффективность снижается [5]. В этой связи для однорядной блокировки характерна длина порядка 36 м, двухрядной – 45 м, а при блокировании на рельефе – в зависимости от склона. Высота во всех случаях ограничивается двумя этажами.

Таблица 2

### Реализация принципа теплового зонирования в энергоэффективном блокированном жилище



Условные обозначения – аналогично табл. 1

Преимущества однорядной блокировки блок-квартир:

- 1) создание жилых образований как меридиональной, так и широтной ориентации;
- 2) наличие двух входов позволяет организовать два вида взаимодействия с окружающей средой - внутренний и внешний;
- 3) возможность создания ориентированного жилого дома с увеличенной южной поверхностью и обращением жилых комнат на юг;
- 4) широкие возможности активного использования солнечной энергии.

Недостатком является недостаточно широкий корпус (14 м), что препятствует созданию полноценной компактной формы.

Двухрядную блокировку характеризует:

- 1) создание жилых образований меридиональной ориентации;
- 2) широкий корпус позволяет увеличить компактность;
- 3) эффективная защита и общение с окружающей средой посредством буферных зон с длинных сторон здания;
- 4) снижение эффективности проветривания;
- 5) ограниченное применение НВИЭ для инженерного обеспечения.

Блокированная застройка на рельефе с наклонными подходами способствует созданию ЭЖЗ с широким корпусом (22 м). Кроме того, данный тип ЭЖЗ характеризуют следующие мероприятия:

- 1) расширенный световой фронт;
- 2) во избежание перегрева часть южной стены, ограждающую кухню, целесообразно оборудовать стеной Тромба-Мишеля в целях пассивного использования солнечной энергии; в этом случае предусмотреть верхнее освещение кухни;
- 3) широкие возможности активного использования солнечной энергии (плоские гелиоколлекторы на крыше);
- 4) использование вторичной энергии для инженерного обеспечения.

Малоэтажное блокированное энергоэффективное жилище обладает целым рядом архитектурно-планировочных особенностей, которые позволяют приблизить комфортность проживания до уровня индивидуального жилого дома, что практически не отражается на их экологичности и экономичности, наряду с возможностью создания достаточно плотной городской застройки. Последнее обстоятельство указывает на перспективность широкого внедрения этого типа ЭЖЗ малой этажности в жилую застройку многих городов Среднего Поволжья.

### Список литературы

1. Foster N. Architecture and Sustainability// Сайт Foster+partners URL: <http://www.fosterandpartners.com>. (дата обращения: 21.01.13).
2. Смирнова С.Н. Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий. Автореферат дис. канд. арх. – Н. Новгород, 2009. – 25 с.
3. Смирнова С.Н. Теоретическая модель энергоэффективного жилого здания // Приволжский научный журнал. Периодическое научное издание. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. – С. 86-91.
4. Саидов А.А. Планировочная структура жилых домов с солнечным отоплением. Обзорная информация. Вып. 3. – М., 1985.
5. Береговой А.М., Прошин А.П., Береговой В.А. Энергосбережение в архитектурно-строительном проектировании // Жилищное строительство, 2002, № 5. – С. 4-6.

Smirnova S.N. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: [smirnovskie\\_ns@mail.ru](mailto:smirnovskie_ns@mail.ru)

Volga State University of Technology

The organization address: 420000, Russia, Ioshkar-Ola, Lenin st., 3

### Typology of low-rise energy efficient residential buildings for the climatic conditions of the Middle Volga

#### Resume

The article under the title «Typology of low-rise energy efficient residential building» deals with form building questions which are of current important in architecture-energy efficient residential building (EERB). Typology of low and middle number of storeys EERB is formed with regard to climatic conditions of Middle Volga. Typological division is performed in the first stage depending on the nature of the relationship with the environment, then - according to the different ways of implementing the principle of thermal zoning, the location of the buffer zones and heat core. The gist of the principle of thermal zoning is determined. Particular attention is given to a typology of low number of storeys EERB which combines private house and block dwelling. As part of following the general concept of the formation of homestead type architecture of EERB are three options: a traditional form, directed form, residential building in relief. Block energy efficient housing is created by single and double row

locking block of apartments, formation of residential building in relief. The study revealed the benefits and drawbacks of each type. Finally, the conclusion about the perspectivity of application of a low-rise energy efficient block buildings in urban development is given.

**Keywords:** energy efficient residential building, thermal zoning, typology, private house, block dwelling.

### References

1. Foster N. Architecture and Sustainability// The site Foster+partners URL: <http://www.fosterandpartners.com>. (reference date: 21.01.13).
2. Smirnova S.N. Principles of formation of energy efficient architectural design of residential buildings. The master's thesis author's abstract on competition of degree of a candidate of architecture. – Nizhny Novgorod, 2009. – 25 p.
3. Smirnova S.N. The theoretical model of energy-efficient residential building // Volga scientific journal. Scholarly periodical publication. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2009. – P. 86-91.
4. Saidov A.A. Planning structure of houses with solar heating. Review information. V yp. 3. – M., 1985.
5. Beregovoy A.M., Proshin A.P., Beregovoy V.A. Energy conservation in the architectural and building design // Ghilischnoe stroitelstvo, 2002, № 5. – P. 4-6.

УДК 721.011

Халиуллин А.Р. – аспирант

E-mail: arsen88kh@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Эко-устойчивая архитектура как симбиоз энергоэффективного и адаптируемого строительства

#### Аннотация

Рассмотрены теоретические концепции и проектные предложения создания искусственной среды, использующие принципы экологического проектирования, ресурсосбережения и принципы динамической адаптации, трансформации подвижных и статичных компонентов архитектуры здания. Проанализированы разработанные теории устойчивого развития. Определены актуальные тенденции развития архитектурного проектирования с точки зрения экологических, экономических, социальных и иных аспектов. Предложена и рассмотрена авторская модель эко-устойчивой архитектуры – «мобильная эко-устойчивая архитектура».

**Ключевые слова:** экологическое проектирование, энергоэффективность, ресурсосбережение, адаптивность, трансформация, мобильная архитектура, устойчивая архитектура.

#### Введение

Обилие научных трудов, развитие технологий и заинтересованность высокопоставленных лиц в направлении устойчивого развития следует рассматривать как становление нового архитектурного видения – «эко устойчивой архитектуры». Начиная с 1980-х годов, когда зародилось экологическое движение и появилось понятие «устойчивое развитие», определился новый вектор эволюции общественных взглядов и, как следствие, строительной индустрии. Решение экологических проблем, включающих ресурсосбережение, гуманизованное архитектурное пространство, антропологическое влияние на состояние природы и иные аспекты, требует комплексного рассмотрения ситуации и определения тенденций реорганизации существующего состояния архитектуры.

Вопросами формирования и развития мобильной архитектуры занимались отечественные исследователи, такие как: Н.А. Сапрыкина, Д.П. Айрапетов, С.П. Заварихин, В.Ф. Колейчук, А.В. Панфилов, Е.М. Израилев, Ю.С. Лебедев, А.А. Гайдучени, Л.Ю. Анисимов и др. Среди зарубежных известны 3 научно-исследовательские группы. Группа «7» в составе К. Кикутаке, Н. Курокава, Ф. Маки, М. Отака, Н. Кавадзоэ и К. Танге. Научно-исследовательская группа по изучению мобильной архитектуры CIAM в составе: Г. Эммерих, Я. Тропман, Ф. Отто, Шульце-Филиц, Поль Меймон, И. Фридман. Группа «ARCHIGRAM», в состав которой входили У. Лоу, Р. Херсон, Д. Кромптон, Д. Грин и М. Вебб. Все они занимались вопросами адаптации, трансформации и мобильности архитектурных объектов и городской среды.

Исследованием вопросов экологии, энерго- и ресурсосбережения занимались такие ученые, как: А.Н. Тетиор, П.Н. Давиденко, Н.А. Сапрыкина, В.А. Колясников, Б.М. Полуй, В.С. Беляев, Сим Ван дер Рин, Дж. Т. Лайл, М. ДеКэй, Г.З. Браун, О.К. Афанасьева, С.А. Молодкин, Г.Н. Айдарова, Д.А. Куликов и многие др.

#### Мобильная эко устойчивая архитектура

«Устойчивое развитие» – это понятие без конкретного определения. Каждый видит в этом словосочетании собственное значение, оно что-то вроде универсальной идеи, идеальной концепции развития общества и в частности архитектуры. Но как бы там ни было международным сообществом в 1987 г. после доклада Комиссии ООН по

окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» (Our Common Future) было принято наиболее актуальное определение данного термина. «Устойчивое развитие» (с англ. «sustainability» – устойчивость, жизнеспособность) – развитие территории на основе концепций ресурсосберегающих (энергоэффективных) и экологически чистых технологий, которые согласуются с потребностями нынешнего поколения и защищают интересы будущего, сохраняя естественную среду, а также улучшая её (рис. 1) [1].

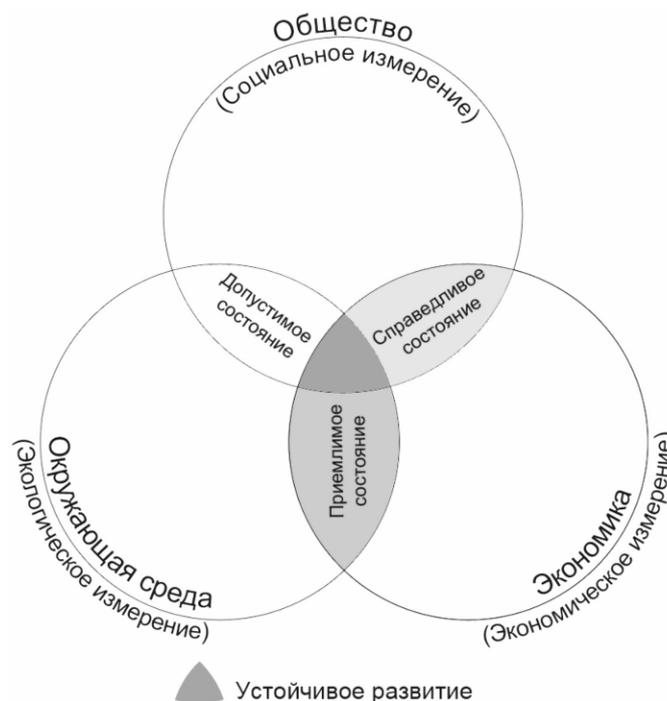


Рис. 1. Общее представление концепции, принятое в 1987 г.

Происходящие в последнее время и прогнозируемые изменения экологического, социально-экономического и особенно энергетического характера вызвали необходимость поиска новых, в том числе нетрадиционных проектных решений здания и систем его жизнеобеспечения [2]. В ходе исследования данной проблемы были выявлены основные предпосылки формирования и развития эко-устойчивой архитектуры, которые подтвердили актуальность поиска новых подходов к решению проблемы комплексного подхода к проектированию.

Экологический аспект включает следующие проблемы:

- ограниченность природных (невозобновляемых) ресурсов;
- изменение климата, влияние антропогенного фактора (сжигание ископаемого топлива);
- потребление энергии и, как следствие, загрязнение окружающей среды;
- сжигание планетарного запаса кислорода и загрязнение атмосферы;
- перекрытие рек плотинами, использование огромных территорий суши под водохранилища при строительстве ГЭС;
- проблемы сбережения пространственно-временных и территориальных ресурсов.

Природно-климатические факторы полностью определяются географическими особенностями района, где располагается архитектурный объект. Основными природно-климатическими факторами являются климат, ландшафт и геологические условия. Будучи важными факторами формирования архитектурной среды, природно-климатические условия стабильны.

Экономическими предпосылками послужили:

- теплопотери в ограждающих конструкциях и в тепловых сетях;
- нерациональность объемно-планировочных решений зданий;
- функциональное старение здания;

- нерациональный и неконтролируемый расход электроэнергии;  
 - развитие социальной структуры опережает формирование адекватной архитектуры.

Социальные предпосылки:

- экологическая проблема сказывается на общем состоянии общества и является причиной заболевания населения;  
 - отсутствуют необходимые условия для воспитания личности и укрепления семейных отношений;  
 - смена места жительства влечет за собой разрыв добрососедских отношений, утерю дружеских связей, смену привычной социальной среды;  
 - обитатель отстранен от участия в принятии средообразующих решений, результатом чего является отчужденность архитектурной среды от требований его обитателя;  
 - социальная и демографическая динамика.

На основании рассмотренных предпосылок предлагается расширить существующую концепцию «устойчивого развития» и включить в нее дополнительное измерение – «мобильная» (гибкая) архитектурная среда – и выделить здоровую среду (гуманизованную среду, благоприятную для индивида) в отдельное измерение. Полученная теоретическая модель характеризуется 4 основными критериями и рассматривается как новое направление в строительстве – «мобильная эко-устойчивая архитектура» (рис. 2):

Мобильная эко-устойчивая архитектура:

- экологическая среда<sup>1</sup>;  
 - экономическая среда;  
 - здоровая среда;  
 - гибкая адаптируемая среда (мобильная).

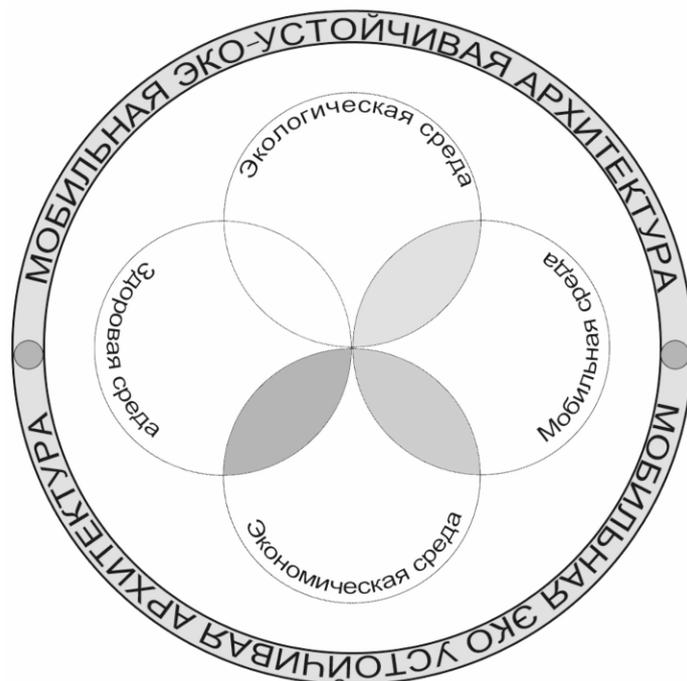


Рис. 2. Авторская модель «мобильной эко-устойчивой архитектуры»

*Мобильная эко-устойчивая архитектура* – это модель интегрального проектирования искусственной среды с критериями гуманности и экологичности, с инновационными технологиями сохранения энергии и сбережения ресурсов. Это ответ времени на запросы общества с перспективой на будущее.

<sup>1</sup> Среда – физическое, интеллектуальное, моральное и социальное окружение, в котором мы живем.

Для полного понимания структуры предлагаемой теоретической модели рассмотрим каждый блок в отдельности и остановимся на их определении.

*Экологическая среда* – искусственная среда, созданная человеком, которая максимально гармонирует с естественной средой, не загрязняет и сохраняет её, использует возобновляемые источники энергии и является ресурсосберегающей, снабжена малоотходными инженерными системами и оборудованием, включает экологически чистые строительные и отделочные материалы.

Экологические здания (эко-дома) – здания, которые органически вписываются в природную среду, используют экологически чистые строительные материалы, которые поддаются полному рециклингу, применяют инновационные технологии в мероприятиях по ресурсосбережению и рациональному потреблению энергоресурсов, а также предполагают отсутствие отходов жизнедеятельности. В последнее время количество экологически чистых и энергетически эффективных технологий сильно расширилось, можно выделить семь самых популярных:

1. *Пассивное здание (Passive Building)*. Здание, в котором проведены мероприятия по максимальному сбережению внутреннего энергодобавки за счет архитектурных решений (ориентация на местности, компактность, геометрия здания, эффективное утепление, зонирование, приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла).

2. *Активное здание (Active Building)*. Пассивное здание, которое производит энергии для собственного жизнеобеспечения более, чем ему необходимо. Здание, в котором предусмотрены специальные мероприятия по применению нетрадиционных возобновляемых источников энергии с технологиями «Умного дома».

3. *Биоклиматическая архитектура (Bioclimatic Architecture)*. Это одно из направлений архитектуры в стиле «hi-tech» с ярко выраженным использованием остекленных пространств. Главный принцип биоклиматической архитектуры – гармония с природой, желание приблизить человеческое жилище к природе. Его можно выразить в словах одного известного экодизайнера Уильяма МакДона: «Я хочу сделать так, чтобы птица, залетев в офис, даже не заметила, что она уже не вне здания, а внутри него».

4. *Интеллектуальное или умное здание (Intellectual Building)*. Здание, в котором на основе применения компьютерных технологий оптимизированы процессы жизнеобеспечения.

5. *Здоровое здание (Healthy Building)*. Здание, в котором приоритетность при выборе энергосберегающих технологий имеют технические решения, одновременно способствующие улучшению микроклимата помещений и защите окружающей среды, построенные с применением экологически чистых строительных материалов.

6. *Энергоэффективное здание (Energy Efficient Building or Zero Energy Efficient Building)*. Здание, в котором эффективное использование энергоресурсов достигается за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения и не изменяют привычного образа жизни.

7. *Экологическое, жизнеподдерживающее здание (Green Sustainable Building)*. Здание с нулевым показателем отходов жизнедеятельности и строительных материалов (полный повторный цикл), с нулевым показателем энергозатрат и, как правило, вырабатывающее энергии больше, чем нужно одному зданию. Здания, которые находятся в равновесии с природой и человеком [3].

Надо отметить, что в современной архитектурной практике сложно встретить четкого разделения границ экологического проектирования, в основном идет тенденция к максимальному использованию всего спектра технологий для достижения общей цели – создание комфортных условий для жизнедеятельности человека. Очевиден и тот факт, что экология и экономика тесно связаны друг с другом. Так, без рачительного отношения к энергоресурсам показатели выбросов парниковых газов не уменьшить.

*Экономическая среда* – это ряд мероприятий по сбережению и экономии ресурсов как природного, так и антропогенного характера. Совершенно очевидно, что создание энергетически экономного здания невозможно без использования технологических и конструктивных решений, позволяющих решить ряд проблем, возникших в результате их

эксплуатации [4]. Энергоэффективность здания (природно-климатические, градостроительные, архитектурно-планировочные принципы формирования архитектурного пространства), улучшение тепловой эффективности ограждающих конструкций (конструктивные принципы), контроль за потреблением ресурсов (внедрение технологий «умного дома» для автоматизации процесса регуляции условий окружающей среды с целью сбережения энергоресурсов), поиск и использование альтернативных источников энергии (НВИЭ) – основные показатели экономической политики устойчивого развития. Экономия ресурсов достигается следующими мерами:

- бережное отношение и контроль за потреблением ресурсов;
- использование НВИЭ, избыток полученной энергии можно продавать в централизованную электросеть;
- сохранение полученной энергии с помощью аккумулирующих устройств, в виде газа (электролиз воды дает запасы водорода, который можно использовать для отопления, приготовления пищи и электрогенераторов с последующим его преобразованием в электроэнергию);
- повторное использование строительных материалов (заброшенные сооружения, переработанная древесина и т.д.);
- максимальное использование естественного освещения («атриумные» дома, включение в объем здания «световодов» – светопроводящие трубы);
- сбор и использование дождевой и талой воды для технических нужд и сельскохозяйственных угодий.

Качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни. Создавая экологичную и экономически сбалансированную среду обитания, нельзя забывать о самом человеке как живом биологическом организме. Для удовлетворения жизненных потребностей обитателя необходимо создать здоровую среду.

*Здоровая среда* – искусственная среда, гармонирующая с физиологическими, психологическими и социальными потребностями человека, семьи и общества.

Внимание архитекторов и инженеров к применению экологических принципов проектирования в архитектуре привлекает проблема создания безопасной психологической и физиологической среды, которая изолирует человека от отрицательных факторов внешнего мира.

Включение в процесс проектирования комплексных экологических систем открывает широкие перспективы позитивного влияния на социальные условия жизни путем сокращения затрат общества на энергообеспечение, улучшение экологических условий жизни за счет экономии энергоресурсов. Основными чертами этой системы являются: использование экологически чистых материалов, психосоциальная комфортность среды обитания (формирование комфортной визуальной среды), создание благоприятного микроклимата и безопасной искусственной среды, защищающей его обитателей от влияния внешних факторов (шумоизоляция, теплоизоляция, светофильтры). При этом обеспечивается сбережение потенциала невозобновляемых энергоресурсов для будущих поколений.

Рассмотренная концепция здоровой среды включает два подхода к формированию комфортного и безопасного пространства: бионический и органический. Бионический подход создает биологическую среду с соответствующим микроклиматом, а органический подход участвует в формообразовании комфортного психоэмоционального пространства. В результате синтеза пространственных и гуманных решений формируется эмоционально насыщенная, комфортная и привлекательная среда обитания, которая приветлива и экологична по отношению к человеку.

*Мобильная среда* – гибкая среда, способная адаптироваться и трансформироваться в зависимости от изменчивых требований и образа жизни ее владельцев, функционального назначения и меняющихся условий окружающей среды, а также моральных, физических износостойкости компонентов здания с минимумом трудозатрат. Динамический признак мобильности архитектурного объекта отражается как во внутренних процессах, так и во внешних.

А.В. Панфиловым была описана универсальная классификационная модель мобильного жилища, основанная на взаимном сочетании факторов, отвечающих за формирование его внешних и внутренних характеристик, а также предложена концепция единства мобильности, интерактивности и адаптивности с точки зрения их применения к базовым принципам построения жилища для временного пребывания [5]. В контексте настоящей статьи автор определяет мобильность в качестве способности архитектурного объекта адаптироваться, трансформироваться в процессе эксплуатации и иметь гибкую конструктивную систему (монтаж и демонтаж конструктивных элементов и инженерных сетей).

О принципах мобильности здания следует задумываться уже на этапе формирования предпроектного предложения. Л. Фридман полагает, что проектное решение адаптируемого здания должно обладать определённой гибкостью, возможностью индивидуализации еще на стадии проектирования и строительства, а также возможностью реагирования на изменение потребностей обитателя и в процессе эксплуатации.

Если при проектировании жилого дома для конкретного лица архитектор может учесть потребности своего заказчика, то в многоквартирном доме это учесть практически невозможно. Основным показателем для архитектора при разработке типовых планировочных решений является количество членов семьи, что может идти в разрез с действительными требованиями и желаниями потенциальных заказчиков, что обусловлено спецификой рода деятельности обитателей, демографией и другими признаками. Но создавать всевозможные конфигурации помещений под ожидаемые запросы будущих жильцов видится нецелесообразным из-за большого количества архитектурно-планировочных решений. Необходимо разработать новые архитектурные приемы, позволяющие собственнику проявлять творческую инициативу самостоятельно или прибегая к помощи архитектора. Для решения этой проблемы в практике жилищного строительства предлагается использовать «свободное» планировочное решение (большое открытое пространство с определенным расположением инженерных систем), которое не будет ограничивать будущих жильцов в реализации идей в соответствии со своими требованиями. Такое жилище получило название «лофт апартаменты».

В пяти пунктах к новой архитектуре Ле Корбюзье провозгласил концепцию свободного образа плана: «Опорная система несет междуэтажные перекрытия и идет до крыши. Смежные стены могут быть изготовлены любыми по желанию, при этом этаж не будет связан каким-либо образом с другим. Это осуществляется не несущими стенами, а только мембранами любой величины. Следствием этого является абсолютная свобода в образовании плана» [6].

«Живое тело» является продолжением общей системы проектирования, которое движется во времени и реагирует на происходящие ситуации. По мнению Фриденсрайха Хундертвассера, жилище – третья кожа человека, следующая за второй кожей-одеждой. Он считает, что человек должен выбирать себе жилище и организовывать его, ориентируясь на свой вкус, подобно тому, как он выбирает одежду. Так же считал и Мис ван дер Роэ, который говорил: «Мы не позволим функциям диктовать нам план. Вместо этого запроектируем пространство, приемлемое для различных функций». Архитектура должна стать отражением образа жизни его обитателя и изменяться в соответствии с его потребностями.

Стремление людей создавать здания и сооружения, изменяющиеся в соответствии с требованиями времени, лежит в основе первоначальных человеческих потребностей, это значит, что строить легко и мобильно важнее, чем строить жестко и неподвижно [7]. При всей необходимости внедрения принципов динамической адаптации в строительство, архитектура по-прежнему понимается как «застывшая музыка в камне», которой присущи прочность и долговечность, и ей порой не хватает знаний о прогрессивных способах строительства и новых возможностях техники.

Развитие идеи гибкости, динамизма, роста, адаптации в архитектуре и градостроительстве приводит к необходимости разработки новых методов проектирования динамичных структур. Появление в 50-60-е гг. большого количества футуристических, а порой фантастических проектов, объединяющихся в один принцип «clip-on» (соединять зажимом, схватывать), характеризуется дифференциацией между проектированием несущей структуры, рассчитанной на долгий срок использования и включающей весь комплекс жизнеобеспечения и коммуникации, и проектированием

смежных функциональных ячеек, трансформация и замена которых путем комбинаций дает возможность изменять объемно-пространственную структуру комплексов [7].

Использование экологических, ресурсосберегающих, мобильных принципов проектирования и создания искусственной среды обитания ведет к тенденции развития взаимоотношений архитектурных традиций и технологий, основанных на стратегии использования возобновляемых источников энергии, экологически сбалансированных систем и концепций улучшения условий жизни людей. Более точную картину процесса проектирования эко-устойчивой архитектуры демонстрируют так называемые экологические стандарты, системы сертификации. Можно выделить три наиболее популярные системы сертификации зеленого строительства: BREEM, LEED, DGNB. Основные показатели, характеризующие каждую систему, представлены в таблице.

Таблица

Сравнительная характеристика наиболее популярных систем сертификации

Система (Страна происхождения)	DGNB (Германия)	BREEAM (Великобритания)	LEED (США)
Введение	2007	1990	1998
Ключевые аспекты оценок и версий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экологическое качество;</li> <li>- экономические качества;</li> <li>- социальные качества;</li> <li>- культурное качество;</li> <li>- техническое качество;</li> <li>- процесс качества;</li> <li>- качество среды.</li> </ul> <p>DGNB для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- офисы;</li> <li>- существующие здания;</li> <li>- розничная торговля;</li> <li>- промышленность;</li> <li>- школы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- управление;</li> <li>- здоровье и благополучие;</li> <li>- энергетика;</li> <li>- вода;</li> <li>- материалы;</li> <li>- экология среды;</li> <li>- загрязнение;</li> <li>- транспорт;</li> <li>- использование земли.</li> </ul> <p>BREEAM для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- суды;</li> <li>- экологические дома;</li> <li>- образование;</li> <li>- промышленность;</li> <li>- здравоохранение;</li> <li>- жилые комплексы;</li> <li>- офисы;</li> <li>- тюрьмы;</li> <li>- розничная торговля.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Устойчивая среда</li> <li>- Водосбережение</li> <li>- Энергетика и атмосфера</li> <li>- Материалы и ресурсы</li> <li>- Качество воздуха в помещениях</li> <li>- Инновации и дизайн</li> </ul> <p>LEED для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- новое строительство;</li> <li>- существующие здания;</li> <li>- коммерческие интерьеры;</li> <li>- развитие района;</li> <li>- школа;</li> <li>- розничная торговля.</li> </ul>
Уровень сертификации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- бронза;</li> <li>- серебро;</li> <li>- золото.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- допустимый;</li> <li>- хорошо;</li> <li>- очень хорошо;</li> <li>- отличный;</li> <li>- выдающийся.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LEED сертификация;</li> <li>- LEED серебро;</li> <li>- LEED Золото;</li> <li>- LEED Платина.</li> </ul>

Что касается отечественных экологических систем, то ведутся разработки национальной системы сертификации некоммерческими партнерствами, такими как: НП «СПЗС», НП «АВОК», «RuGBC» на основании вышеупомянутых зарубежных систем. Немецкий рейтинг отличается повышенным вниманием к культуре и социуму и рассматривает их как неотъемлемую часть экологии, поэтому стандарт DGNB видится как наиболее оптимальный прототип формирования национального стандарта зеленого строительства. Дополнительно ко всему система DGNB основана на немецких (DIN) и европейских (EN) нормах, а, как показывает история, немецкий стандарт (DIN), начиная с 19-го века, оказывал немалое влияние на нормы строительной системы России.

Зеленые стандарты в перспективе нацелены на крайне сложную задачу – рассмотрение проблематики экологической экономии на протяжении всего жизненного цикла здания, от проектного решения до его полной утилизации. Они рассматривают полную и безвредную утилизацию с расчетом всей энергии, затраченной в процессе проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации. Также учитываются факторы: социальные, психологические, духовные и умственные. Главная задача Зеленых Стандартов завтрашнего дня – комплексная эффективность искусственной среды обитания человека, интегрированной в естественную.

### Заключение

Представленные теоретические концепции и авторская модель «мобильной экоустойчивой архитектуры» показывают, что стремление людей создавать гибкие пространства, меняющиеся в соответствии с требованиями времени, является первостепенной человеческой потребностью. Внедрение экологических принципов в понятие «мобильного» дома, основанных на прогрессивных достижениях науки и строительной техники, открывает большие перспективы для использования в архитектуре научно-технических разработок, генерирующих новые идеи, что позволит раскрыть потенциальные возможности архитектуры и наиболее полно удовлетворить потребности общества.

### Список литературы

1. Евтеев С.А., Перелет Р.А. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). – М.: Прогресс, 1989. – 376 с.
2. Сапрыкина Н.А. Архитектура на грани интегрированных технологий // Жилищное строительство, 2003, № 7. – С. 14-17.
3. Табунщиков Ю.А. Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации // АВОК, 2005, № 4. – С. 4-8.
4. Сапрыкина Н.А. Биоклиматическая архитектура как ресурс новаторства // Известия вузов. Строительство, 2004, № 7. – С. 85-91.
5. Панфилов А.В. Эволюция, особенности развития и классификационные основы формирования мобильного жилища для временного пребывания // АМТ, 2011, № 17.
6. Conrads U. Programme und Manifest zur Architektur des 20. Jahrhunderts. – Frankfurt, Berlin: Birkhauser Verlag, 1981. – 181 S.
7. Сапрыкина Н.А. Теоретические предпосылки формирования динамической адаптации архитектурных объектов // Известия вузов. Строительство, 2003, № 7. – С. 112-119.

**Khaliullin A.R.** – post-graduate student

E-mail: arsen88kh@gmail.com

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Eco-sustainable architecture as a symbiosis of energy-efficient and adaptable building

#### Resume

Since the beginning of the 1980s, when the environmental movement was born, and the concept of «sustainable development», defined a new vector of the evolution of public opinion and as a consequence of the construction industry. Environmental problems, including resource conservation, humanized architectural space, anthropological impact on nature and other aspects, requires a comprehensive review of the situation and determine trends reorganize existing state architecture. This paper provides a theoretical review concept sustainable development with other point of view and to define a new direction in architecture – mobile eco sustainable architecture.

The considered theoretical concepts and author's model «mobile eco-sustainable architecture» show that people's desire to create flexible spaces that change with the times, is the primary human need. Introduction of environmental principles in the concept of «mobile» house based progressive achievements of science and construction equipment holds great promise for use in architecture of science and technology development, generating new ideas, which will allow to open potential possibilities of architecture and best meet the needs of society.

**Keywords:** environmental design, energy efficiency, resource conservation, adaptation, transformation, mobile architecture, sustainable architecture.

### References

1. Yevteyev S.A., Perelet R.A. Our common future. World Commission on Environment and Development (WCED). – M.: Progress Publishers, 1989. – 376 p.
2. Saprykina N.A. Architecture on the edge of integrated technologies // *Jiliscnoe stroitelstvo*, 2003, № 7. – P. 14-17.
3. Tabunshikov Y.A. Building concept XXI century buildings in the heating and air conditioning // *ABOK*, 2005, № 4. – P. 4-8.
4. Saprykina N.A. Bioclimatic architecture as the resource for innovation // *News of the University. Construction*, 2004, № 7. – P. 85-91.
5. Panfilov A.V. Evolution, developmental and classification guidelines for the development of mobile homes for temporary stay // *AMIT*, 2011, № 17.
6. Conrads U. *Programme und Manifest zur Architektur des 20 Jahrhunderts*. – Frankfurt, Berlin: Birkhauser Verlag, 1981. – 181 p.
7. Saprykina N.A. Theoretical preconditions of the dynamic adaptation of architectural objects // *News of the University. Construction*, 2003, № 7. – P. 112-119.

УДК 721.021

Шавалиева А.А. – аспирант

E-mail: aigulshavali@gmail.com

Копсова Т.П. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: kopsova@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Архитектурно-планировочные принципы формирования жилья  
для пожилых людей в условиях совместно-раздельного проживания  
нескольких поколений**

**Аннотация**

Исследованы процессы, протекающие в жилой среде пожилых людей, в условиях совместно-раздельного проживания. Разработаны архитектурно-планировочные принципы организации жилой среды для пожилого человека. Исследованы приемы организации жилой среды для пожилых людей. Предложены способы организации комфортного пространства для пожилых людей в условиях совместно-раздельного проживания. Определены принципиальные схемы организации жилого пространства для семей из нескольких поколений.

**Ключевые слова:** совместно-раздельное проживание, архитектурно-планировочные принципы, пожилые люди, автономность, персонализация.

Рост численности людей старшего поколения во всем мире обуславливает актуальность проблемы организации условий жизнедеятельности для пожилых людей, которые позволят им оставаться активными членами общества, благодаря комфортным условиям окружающего пространства в целом и жилья в частности [9].

Для пожилого человека очень важна комфортная жилая среда, где созданы условия для поддержания его жизненного тонуса в окружении близких, что в конечном счете продлевает срок его жизни.

Среда их обитания должна быть организована таким образом, чтобы у пожилого человека всегда был выбор способов взаимодействия с этой средой. Это ведет к ощущению защищенности, уверенности в завтрашнем дне, ответственности как за свою жизнь, так и за жизнь близких людей.

Элементы среды могут иметь позитивное, негативное либо нейтральное воздействие на жизнь пожилого человека. Исследованы и сформированы принципы, приемы и способы организации жилой среды для пожилого человека архитектурно-планировочными методами, основанными на эргономических, медико-социальных, типологических и гигиенических факторах.

Формирование жилой среды для пожилых людей предполагает организацию предметно-пространственной среды жилища как средового комплекса, основанного на принципе средового единства [1, 3, 4]. Это подразумевает совокупность структурных элементов и предметного наполнения среды. Рядом ученых были использованы [3, 4, 5] следующие универсальные принципы организации предметно-пространственной среды:

1. «Универсальность» среды, подразумевающая возможность создания системы разнокачественных пространств за счет объемно-планировочных и конструктивных решений.

2. «Структурность» среды, которая обусловлена протекающими в ней процессами за счет компоновки, взаимосвязи и взаимовлияния функциональных зон. Очень важен процесс восприятия при проектировании пространства в помещении с различными функциональными процессами. Пожилой человек всегда должен иметь возможность уединения, или наоборот, социализации. Различия функциональных процессов в помещении, в свою очередь, отражаются на различиях в построении пространства.

3. «Динамичность» среды, которая обеспечивается возможностью трансформирования её структуры в зависимости от зонирования пространства. Под динамичностью также

подразумевается быстрая реакция на изменение процессов, протекающих в среде, так как жизнь динамична, а жилище статично. Например, общесемейное пространство может разделяться на отдельные зоны приемами как условной трансформации, так и стационарной [7]. Условные приемы обеспечиваются путем декоративных элементов, отделки и группировки мобильных элементов мебели. К приемам стационарной трансформации относится разделение пространства с помощью раздвижных дверей или перегородок.

На основе факторного анализа в дополнение к вышеизложенным принципам нами был сформулирован следующий ряд принципов для проектирования предметно-пространственной среды для пожилых людей.

Принцип *автономности* включает создание жилой среды, где поколения одной семьи могли бы жить независимо друг от друга, не теряя при этом возможности в кооперации. Этот принцип определяет пластическую и материальную независимость жилой ячейки или её части, что определяет возможность «автономного» жизненного цикла жилой единицы в рамках общей структуры. Жизнедеятельность человека и пожилого, в том числе, взаимосвязана с окружающей средой. Поэтому принцип автономности обеспечивает контролируемость и безопасность окружающей среды для пожилых людей, с одной стороны, четкое зонирование и изолированность функциональных зон, с другой (например, приватные и общие помещения).

Принцип *эргономичности* отражает основные аспекты, связанные с изменением жизнедеятельности, в связи с возрастными изменениями, а также возможность сопровождения пожилого человека и обеспечения ухода в случае необходимости. Эргономика является методом формирования жилой среды для пожилого человека с учетом его анатомических, физиологических, психофизиологических особенностей.

Эргономичное пространство должно включать коррекционно-развивающие и компенсирующие механизмы. Эргономичность пространства достигается, в том числе, организацией функционального зонирования цельного пространства. Здесь важны использование мебели, соответствующей антропометрии и образу жизни пожилого человека, минимальные габариты пространств и создание условий для выработки самостоятельных навыков пользования оборудованием.

Окружающая среда пожилого человека должна содержать как можно больше информации для восприятия различными органами чувств [2].

Принцип *модульности* подразумевает формирование пространственно-планировочной среды на основе 2-3 связанных пространственных единиц, с их дальнейшим тиражированием и комбинированием. Многие исследователи предметно-пространственной среды [1, 3, 4, 5] определяют модуль, как меру с оптимальными линейными или объемными размерами. Сейчас в средовом проектировании активно используется модуль, сомасштабный человеку.

Принцип *пространственной дифференциации* – это оптимизация внутренней и внешней планировочной структуры жилья: габариты, объем, соотношение помещений и площадей и т.д.; создание промежуточных зон и временных или вторичных пространств для создания уюта и комфортной среды для каждого жителя.

Существуют разные виды приемов, создающих различный пространственный эффект. Маленькие пространства могут казаться шире при использовании панорамного остекления или перегородок. Окна в крыше и скатное покрытие увеличивают воспринимаемую высоту. Регулировка высоты потолка также может осуществляться висящими люстрами, кессонами, балками, являющимися разделителями пространства и добавляющими пространственного разнообразия. Деление общего пространства на меньшие зоны (альковы) разобьет пространство на более уютные и камерные зоны. Зрительная иллюзия уменьшения пространства обеспечивается местным освещением [6].

Принцип *безопасности* включает в себя организацию и элементы среды, обеспечивающие минимизацию рисков разного рода повреждений и травм. Пожилой человек испытывает затруднения при переходе из состояния покоя в состояние движения и наоборот, хронические заболевания костей и суставов осложняют движение и ограничивают радиус активного действия, поэтому необходима такая организация входной зоны, чтобы при входе не было дверных порогов (рис. 1).



Рис. 1. Приемы организации беспрепятственного движения в жилой среде пожилых людей

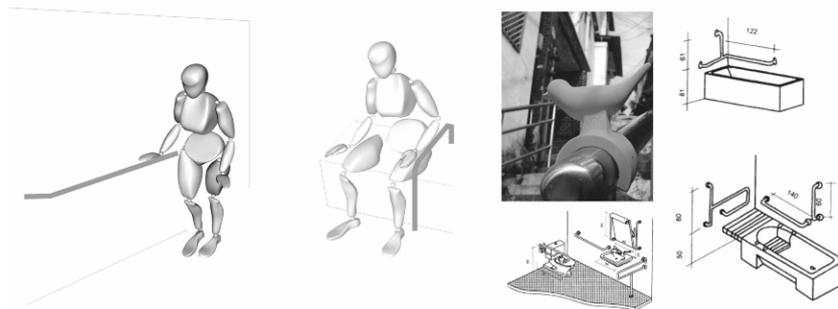
Крепление мебельных элементов к полу и стенам, а также система горизонтальных и вертикальных поручней необходимы при организации безопасного пути пожилого человека к спальному месту (рис. 2). Целесообразно использовать мебель со скругленными гранями с целью исключить появление бытовых травм. После сна сознание пожилого человека может быть спутано, а при изменении положения нарушается координация движений, поэтому необходимо мягкое эластичное покрытие пола перед спальным местом и в санитарной зоне во избежание травм и ушибов (рис. 3).

**стационарное (поручни)**

горизонтальные

вертикальные

специальные



**мобильные**

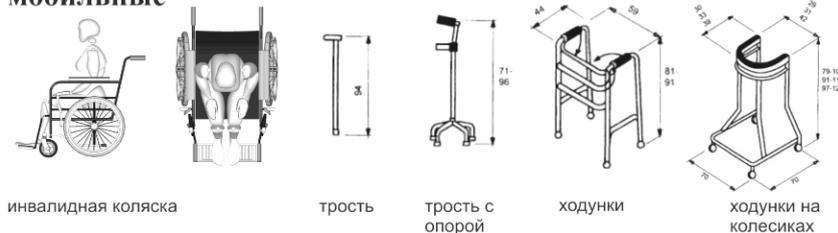


Рис. 2. Приемы использования специального опорного оборудования

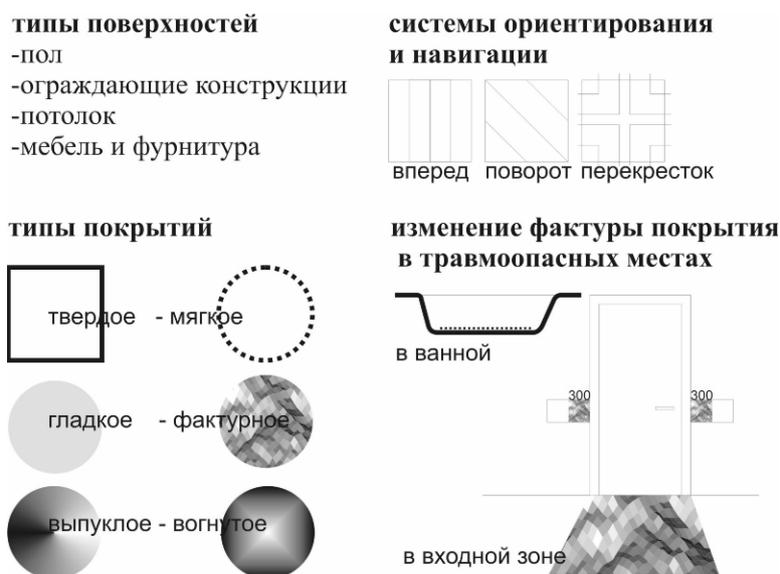


Рис. 3. Тактильные приемы организации жилой среды для пожилых людей

Важен принцип визуальных связей. Визуальная связь обеспечивает зрительный контакт с разными функциональными зонами, улучшая контролируемость пространства и облегчая навигацию. Свободная планировка и открытое пространство имеют свое преимущество, но границами свободного пространства могут служить перегородки, не доходящие до потолка. Они разделяют комнату на уровне пола с одной стороны, сохраняя открытый вид на уровне глаз.

Для пожилого человека, использующего специальные средства передвижения, должно быть четко определено место зоны приема пищи и продуманы маршруты движения в остальной среде.

Визуальные связи также обеспечивают контролируемость пространства, обеспечивая безопасность и психологический комфорт для пожилых людей, проживающих в жилой ячейке.

Принцип *ассоциативности* обеспечивается условиями и элементами, позволяющими идентифицировать здание, пространство и среду именно как жилую функцию при формировании объема жилого здания.

Например, что касается внешнего облика здания, то архитектурные теоретики Витолд Рибкзинский (1986 г.) и Кристофер Александр и его коллеги (1977 г.) описали четыре признака зданий, которые люди ассоциируют с жильем: наклонная крыша, главный вход (парадная), камин и открытая лестница в интерьере. Эти особенности также обеспечивают ключ к пониманию каждым человеком качества и типа жилой среды. Отмечено, что на детских рисунках жилые дома обычно изображаются с входной дверью, окруженной окнами и наклонной крышей с дымоходом камина. Это – основные признаки, создающие жилую идентичность [6].

*Принцип персонализации*, подразумевающий организацию элементов среды, позволяющую идентифицировать пространство как личное индивидуальное. Например, персонализация входной группы и коридоров активно используется в жилье для пожилых людей, что не только помогает жителю идентифицировать его жилую ячейку, но и создает уют и комфортную среду. Вещи, которые являются необычными по размеру, форме, цвету, привлекут больше внимания и будут более эффективными как для благоустройства, так и для ориентации. Популярно вешать личные фотографии и картины на стенах коридоров как частных, так и общих зон. Особенный почтовый ящик, дверной молоточек, окно в коридор, изготовленная на заказ декоративная дверь, настенный подсвечник, табличка с именем, номер дома, застекленная витрина – это только некоторые из элементов, которые могут быть объединены в инструмент для персонализации жилой ячейки (рис. 4) [6].



Рис. 4. Приемы идентификации (De Overloop in Almere) [6]

Сформулированные принципы и приемы организации жилой среды, основанные на эргономических, медико-социальных, типологических и гигиенических факторах, создают базу для комплексного подхода при создании модели пространства для жизни пожилого человека.

Принципы универсальности и структурности реализуются в четком функциональном зонировании жилой среды (рис. 5).



Рис. 5. Схема функционального зонирования жилья для семей из нескольких поколений

Кроме того, исследованием определены несколько принципиальных схем организации пространства (рис. 6):

1. Лучевая;
2. Анфиладная;
3. Комбинированная;
4. Сквозная;
5. Свободная.

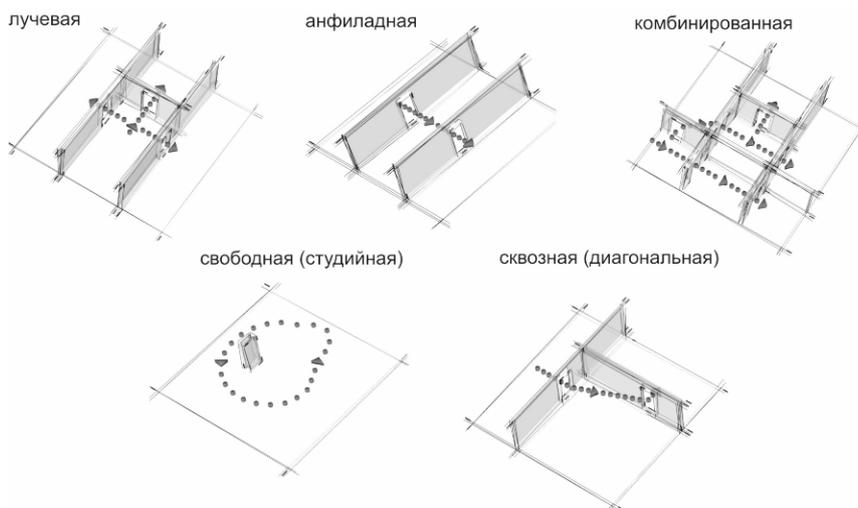


Рис. 6. Типы объемно-планировочной организации внутреннего пространства жилой среды

Данные схемы не только связаны с функциональными процессами, происходящими в жилище, но и формируют систему взаимосвязей различных зон. При этом пространство для пожилого человека должно содержать механизмы, компенсирующие недостаток двигательной деятельности. Принцип автономности реализуется созданием среды, которая содержит как можно больше информации для восприятия различными органами чувств. Это обеспечивает возможность организации самостоятельных действий и созидания в соответствии со своими потребностями. Пространственное разнообразие может быть достигнуто созданием комнат, отличающихся по размеру, цвету, материалу и освещению [4].

С целью ориентирования, предупреждения о препятствиях, запоминания маршрутов используются тактильные ощущения (применение поверхностей различной фактуры и текстуры), цвета, цветоощущения, знаков и звуков для обеспечения безопасной среды для пожилого человека. Примером могут служить тактильные маркеры на пути движения из одной зоны в другую, они представляют собой полосы из разных по фактуре поверхностей. Вместе с поручнями, создающими направление, они являются ориентирами для движения. Также возможна тактильная индикация в виде выпуклых элементов на поверхностях, которые могут быть дополнительным ограничителем при подходе к опасным зонам жилой ячейки (рис. 7).

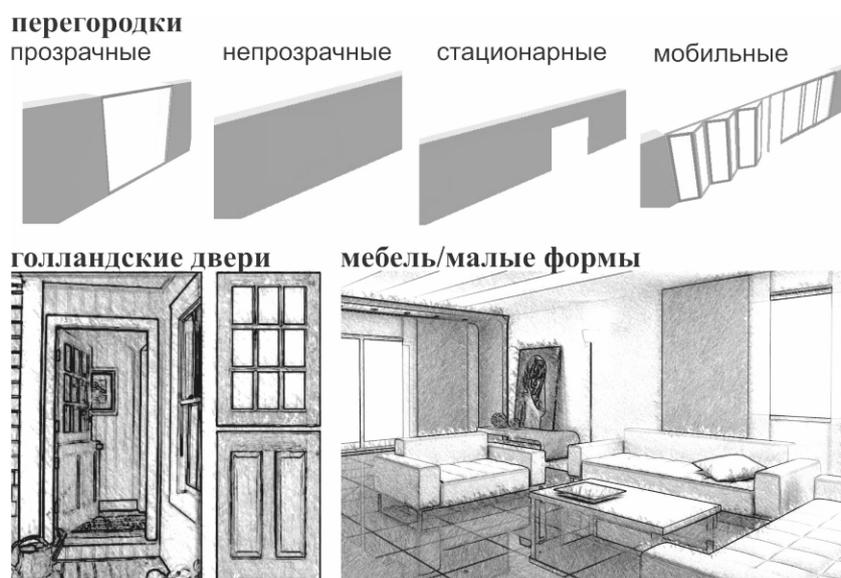


Рис. 7. Приемы функционального зонирования и трансформации среды

Виктор Рейнер в своей книге отметил, что пожилые люди часто устремляют взгляд вниз и, в результате, чаще обращают внимание на пол, чем на потолок. Использование различных типов покрытий пола, таких как: ковер, дерево, плитка – могут сильно влиять на характер различных пространств. При этом даже небольшие изменения в материалах пола могут отразить различия уровней и текстур поверхностей, что облегчит движение для пожилого человека [6].

Цвет не только облегчает навигацию для пожилого человека в жилой ячейке, но и участвует в создании психо-эмоционального комфорта в среде. Согласно исследованиям в области восприятия цвета [5] и влияния его на эмоциональное состояние пожилого человека [2] можно отметить, что цвет является компенсирующим элементом для дифференциации функциональных зон жилья и ориентации в пространстве старшего члена семьи.

Процесс восприятия среды пожилым человеком очень важен при проектировании пространства помещений с различными функциональными процессами. Пожилой человек должен иметь возможность уединения, или наоборот, социализации. Различия функциональных процессов в помещении отражаются на различиях в построении пространства. Существуют разные виды приемов, создающих различный пространственный эффект.

Таким образом, архитектурно-пространственное моделирование жилой среды для семьи с пожилыми родителями производится на основе выявленных факторов и сформулированных принципов и приемов организации среды. Выявленные в исследовании факторы ложатся в основу комплексного подхода для создания модели комфортного пространства для жизни пожилого человека.

### Список литературы

1. Грашин А.А. Методология дизайна – проектирования элементов предметной среды: (дизайн унифицированных и агрегатных объектов). – М.: Архитектура-С, 2004. – 230 с.
2. Рунге В.Ф., Манусевич Ю.П. Эргономика в дизайне среды. – М.: Архитектура-С, 2005. – 327 с.
3. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории; Моск. архитектур. ин-т. – М.: СПЦ принт, 2003. – 297 с.
4. Шимко В.Т. Основы дизайна и средовое проектирование. – М.: Архитектура-С, 2007. – 58 с.
5. Агранович-Пономарева Е.С., Аладова Н.И. Интерьер и предметный дизайн жилых зданий. Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 348 с.
6. Regnier V. Design for assisted living. Guidelines for Housing the Physically and Mentally Frail. – New York: FAIA by John Wiley & Sons, 2002. – 344 p.
7. Анисимов Л.Ю. Принципы адаптации малоэтажного жилища к изменяющимся потребностям семьи // Архитектурная наука и образование: Мат. науч. конф. проф.-препод. состава и молодых учёных. – М.: МАРХИ, 2006. Т. 1. – С. 187-189.
8. Гришкина А.С. Проблемы организации жилья для пожилых людей в современных условиях// интернет-изд. «Архитектон: известия вузов», № 18, Приложение, 2007, Июль. URL: [http://archvuz.ru/2007\\_22/25](http://archvuz.ru/2007_22/25) (дата обращения: 19.03.2009).
9. United Nations // еженедельное интернет-изд. URL: [http://www.un.org/ageing/documents/building\\_natl\\_capacity/guiding-rus.pdf](http://www.un.org/ageing/documents/building_natl_capacity/guiding-rus.pdf) (дата обращения: 19.02.2009).

**Shavaliyeva A.A.** – post-graduate student

E-mail: [aigulshavali@gmail.com](mailto:aigulshavali@gmail.com)

**Kopsova T.P.** – candidate of technical sciences, professor

E-mail: [kopsova@kgasu.ru](mailto:kopsova@kgasu.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Architectural principles of the living environment for the elderly in joint-separation residence for multigeneration families

#### Resume

When several generations live together there are aggravated not only psychological and social aspects, but also ergonomic and anthropometric characteristics of people of all ages. In old age, all human systems are undergoing significant changes. As man becomes elder, his social position and lifestyle are changing and health is deteriorating. It becomes difficult for persons to adapt to age restrictions and changes in their lives. Therefore, we must pay particular attention to creating comfortable environment for elderly, to ensure a comfortable and safe living with relatives. We need to create not only decent living conditions, but also the environment for social and physiological adaptation of older people. The article reveals architectural and planning principles of the living environment for an elderly person – the principle of universality, the principle of structure, the dynamic principle, the principle of autonomy, the principle of ergonomics, the principle of the spatial differentiation, the principle of safety, the principle of visual communication, the associative principle and principle of personalization. Concepts of organizing the living space for families of several generations are defined. Methods and ways of organizing comfortable living environment for the elderly in terms of joint-separation are purposed.

**Keywords:** co-separate residence, architectural principles, elderly people, autonomy, personalization.

#### References

1. Grashin A.A. Methodology of design – design elements of the subject environment: (design of unified and modular objects). – M.: Architectura-S, 2004. – 230 p.
2. Runge V.F., Manusevich Y.P. Ergonomics in environmental design. – M.: Architectura-S, 2005. – 327 p.
3. Shimko V.T. Architectural Design. Foundations of the theory; MArchI. – M.: SPC print, 2003. – 297 p.
4. Shimko V.T. Fundamentals of design and environmental design. – M.: Architectura-S, 2007. – 58 p.
5. Agranovich-Ponomareva E.S., Aladova N.I. Interior and product design of residential buildings. 2 edition. – Rostov n/D: Feniks, 2006. – 348 p.
6. Regnier V. Design for assisted living. Guidelines for Housing the Physically and Mentally Frail. – New York: FAIA by John Wiley & Sons, 2002. – 344 p.
7. Anisimov L.Y. Principles of adaptation of low-rise housing to the changing needs of the family // *Architecturnaya nauka i obrazovanie*. – M.: MArchI, 2006, T. 1. – P. 187-189.
8. Grishkina A.S. Problems of organization of housing for the elderly in modern conditions// Internet-edition «Architecton: Izvestia Vuzov», № 18, annex, 2007, July. URL: [http://archvuz.ru/2007\\_22/25](http://archvuz.ru/2007_22/25) (reference date: 19.03.2009).
9. United Nations // the daily Internet-edition. URL: [http://www.un.org/ageing/documents/building\\_natl\\_capacity/guiding-rus.pdf](http://www.un.org/ageing/documents/building_natl_capacity/guiding-rus.pdf) (reference date: 19.02.2009).



УДК 691.33

Иванова Е.А. – аспирант

E-mail: ifginaia@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

## Социальные последствия процесса вытеснения городских розничных рынков торговыми центрами 2000-х гг.

### Аннотация

Народные рынки в настоящее время выполняют функцию плотины, регулирующей поток безработных и малообеспеченных людей. 1 января 2013 года вступил в силу федеральный закон «О розничных рынках», согласно которому все рынки, кроме сельскохозяйственных, должны располагаться в капитальных зданиях. Переезд в строящийся торговый комплекс «Новая Тура» имеет множество важных последствий, например обеспечение жильем сотрудников рынка, транспортная доступность для покупателей и продавцов, ценовая доступность товаров в новых условиях. Революционный путь преобразования исторически сложившихся мест торговли Казани, таких как Центральный, Московский рынок, после приведения реформы в действие может повлиять на утрату рыночной культуры города и жизнь важнейших торговых артерий.

**Ключевые слова:** рыночная культура, Новая Тура, арендная ставка, капитальные здания, регулирование розничных рынков, социальные последствия, дуалистическая модель развития мегаполиса.

Городской рынок – это феномен мирового масштаба с древними традициями, уходящими в глубь истории городов. Рынки остаются в статусе устойчивой и универсальной формы городского пищевого маркетинга и распределения ресурсов первой необходимости. Присущий им сильный характер традиционности передается на архитектуру, проектирование и инженерные технологии зданий городских рынков. Деятельность по покупке и продаже продуктов ускоряла процесс урбанизации на протяжении веков, жители городов находятся в зависимости от производительности людей, занятых в сельскохозяйственном секторе. Сердцем этого обмена между городом и деревней является общественный рынок – здания и общественные пространства, где овощи, мясо, хлебная продукция и другие изделия народного потребления продаются сотнями людей с многочисленных прилавков, находясь под контролем одного руководителя [9].

Механизм работы торговых точек на оживленных транспортных узлах и вдоль магистралей напоминает процесс прохождения воды через плотину. Народные рынки в настоящее время выполняют функцию плотины, регулирующей поток безработных и малообеспеченных людей. Эта плотина поддерживает «нормальный» уровень безработицы и снабжает всем необходимым бедные слои населения. Согласно утверждению Роберта Л. Хайлбронера в книге «Философы от мира сего»: «Рынки, будь то обмена между примитивными племенами или потрясающие воображение средневековые ярмарки, это вовсе не то же, что рыночная система. Ведь рыночная система не только и не столько способ обмена одних товаров на другие; что гораздо более важно, она является механизмом, который обеспечивает выживание целого общества [1]».

Исследователи теории урбанизации 70-х гг. XX века приводят в пример дуалистические модели развития крупных современных мегаполисов, основанных на «сосуществовании двух самостоятельных начал в структуре города» – «традиционной деревни и современного города» [2]. В городской экономике сосуществуют две различные системы: «фирменная», функционирующая на западных капиталистических началах, и «базарная», основанная на традиционных хозяйственных связях. Новозеландский ученый Теренс Макджи распространил выводы К. Гирца на крупные города всего развивающегося мира, в экономике которых он выделял два самостоятельных сектора – привнесенный извне современный капиталистический («фирменный») и эндогенный традиционный (базарный) [3]. Важную роль сыграл тезис

Оскара Льюиса о существовании в городах развивающегося мира своеобразной «культуры нищеты», которая является не патологической формой поведения мигрантов, а их вполне рациональной адаптацией к постоянным материальным лишениям, нестабильности доходов и отсутствию гарантированного жилья [4].

Термин «неформальный сектор» был впервые применен в начале 70-х годов XX века в работе английского экономиста Кита Харта, изучавшего проблемы безработицы в Гане под руководством английских экономистов Джолли и Х. Зингера, использовавших его в связи с концепцией «перераспределения с ростом» [5, 6]. Под «неформальным сектором» подразумевалась сфера занятости, начавшаяся за пределами современного санкционированного государством «формального» сектора и включающая предприятия традиционной и полутрадиционной промышленности, ремонтные мастерские, сферу розничной торговли, примитивные сферы услуг и т.д.

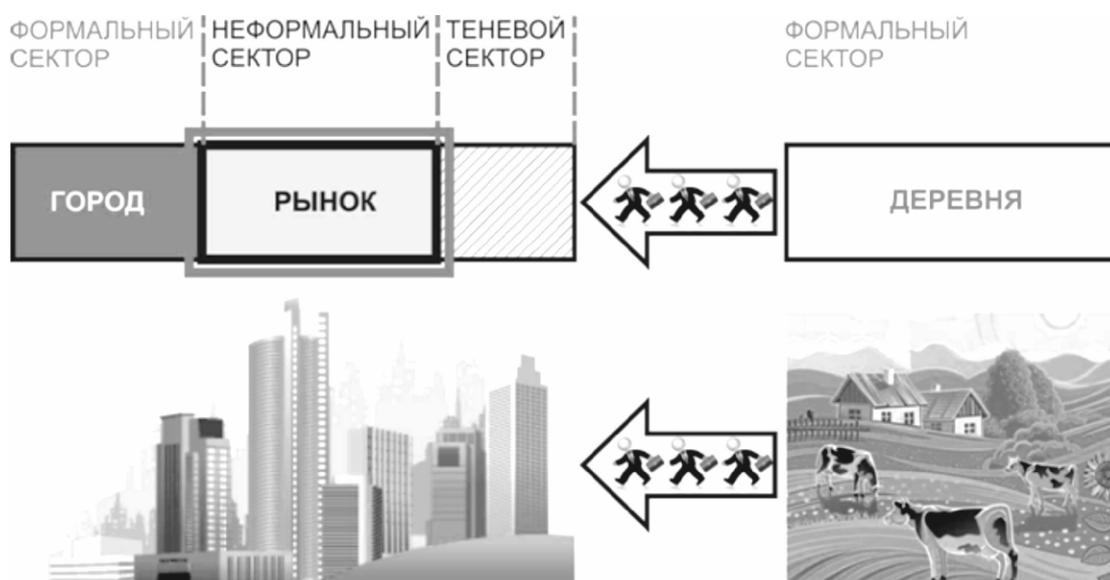


Рис. 1. Схема образования неформального сектора в городе

Широкое распространение концепция неформального сектора получила после того, как была активно применена в серии исследований, проведенных МОТ в рамках Всемирной программы занятости [7]. Суть нового подхода состояла в том, что рост городов за счет расширения занятости в неформальном секторе не рассматривался более как непроизводительная растрата ресурсов и увеличение скрытой безработицы. Новая трактовка мотивировалась тем, что неформальный сектор предоставляет работу городской бедноте, в том числе мигрантам перенаселенной деревни, которых не в состоянии поглотить капиталоемкий формальный сектор и которые в противном случае просто остались бы без средств существования. Речь при этом идет о значительной доле городского населения, поскольку, по разным оценкам, неформальный сектор охватывает от 20 до 50 % занятых в крупных городах развивающихся стран или 10-50 % в среднем.

В большинстве полевых исследований отмечалось реальное улучшение экономического положения сельских мигрантов в городах, даже несмотря на широкое распространение скрытой безработицы или неполной занятости в неформальном секторе. Город привлекал к себе не только блеском огней, но и более высоким уровнем жизни (рис. 1). Это означало, что неформальный сектор выполняет функцию перераспределения доходов, т.е. частично решает проблему социального неравенства, исключительно вставшую перед развивающимися странами в 70-е годы. Как удачно заметил бразильский ученый М. Сантуш: «Может сложиться впечатление, что бедные подсознательно решили последовать в города за изъятыми из сельского хозяйства ресурсами для того, чтобы добиться более равномерного распределения доходов» [8].

Сектор неформальной экономики РФ, по данным Росстата, в 2012 году вырос на 13 % по численности занятых в нем (13083 тыс. чел.), по сравнению с 2011 годом (11582 тыс.). В России, по общему мнению, наблюдается острая нехватка трудовых ресурсов. 13 миллионов человек заняты в неформальной экономике у себя дома, не имея лицензии и не платя налоги. Наибольший неформальный сектор экономики стабильно сохраняется в торговле. Соккрытие доходов и торговля левым товаром – почти единственный способ выживания продавцов небольших магазинов. Доля розничной и оптовой торговли составила в неформальной экономике по числу занятых в 2012 году 33,4 %, численность занятых – 4369 тыс. чел. Второй по численности и доле – теневой сектор сельского хозяйства: 28,6 % и 3741 тыс. занятых (рис. 2) [14].

Занятые в неформальном секторе по видам деятельности в 2012 году, %  
вида экономической деятельности

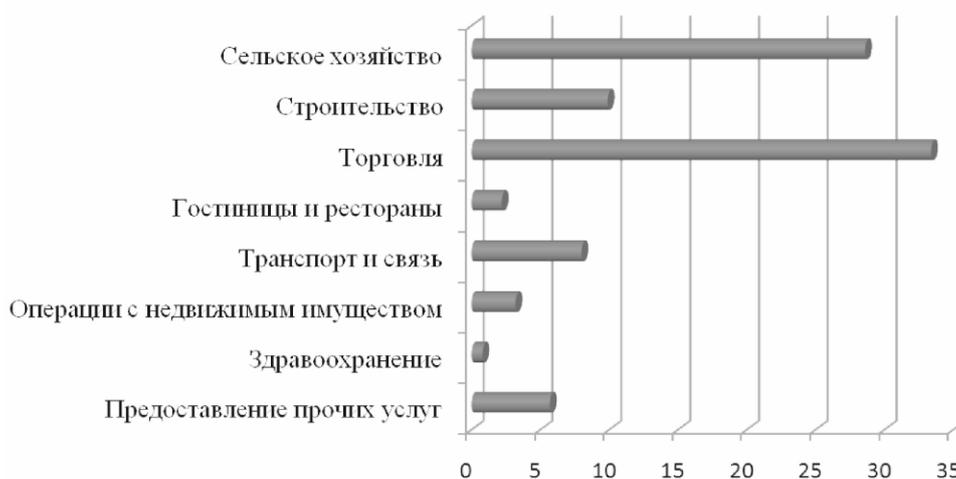
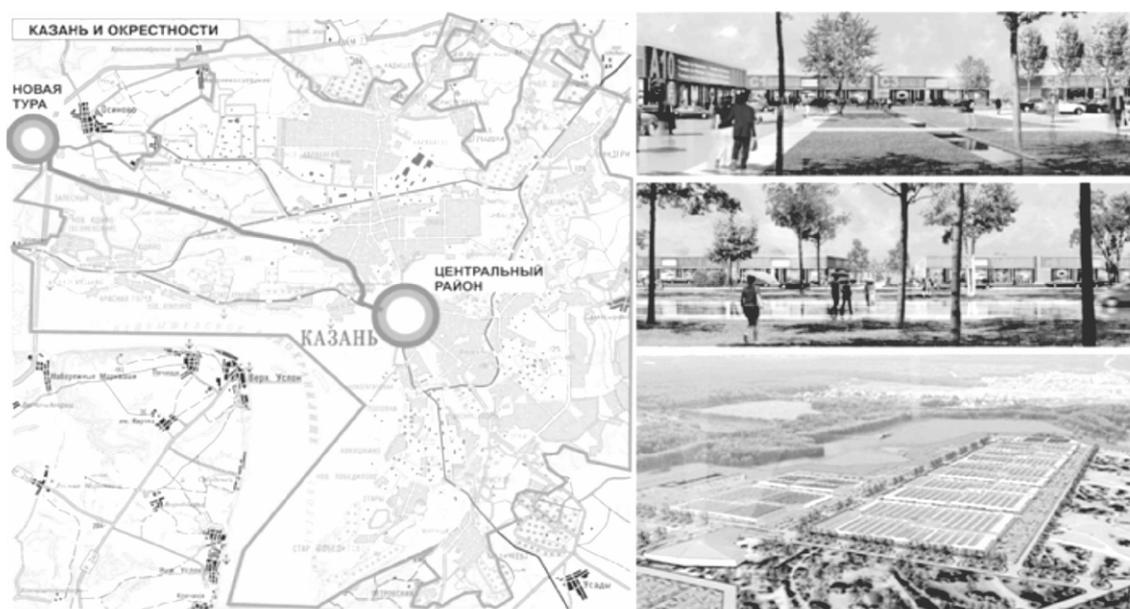


Рис. 2. Диаграмма занятости населения России в неформальном секторе на 2012 г.

Обращаясь к истокам проблемы городских рынков, мы видим, что ответ на вопрос об организации торговли часто рассматривался учеными средневековья в 11-14 столетиях, когда города только начинали формироваться. Большинство текстов и картин воспроизводят город как тесно застроенный центр, окруженный стенами и с доминантами культовых сооружений в панорамном виде. Рынок, где имела место торговля различными товарами, был центром трудоустройства города и его позиция была укреплена культурными и политически-административными функциями. Джованни Ботеро (итальянский мыслитель средневековья) утверждал, что простота доставки провизии была одним из основных факторов размера города. Он отметил, что товары транспортировались по воде или суше, и что пересечение сухопутных и водных путей является реальным исходным условием для роста городского поселения. Он также упомянул, что в большинстве случаев государственные, законодательные, религиозные или ритуальные функции укрепляют этот физический рыночный центр. Вопрос расположения рынков, конечно, также вызвал интерес многих ученых, изучающих историю развития городов [9].

В целом, исследования показали, что в большинстве примеров оригинальное местоположение исторических торговых площадей играет определяющую роль для становления и развития всего города на протяжении истории. Смещение торговой оси может привести к непредсказуемым последствиям, первые тревожные сигналы которых следует ожидать от тех слоев населения, чьи интересы были затронуты в ходе реформаций. 1 января 2013 года вступил в силу федеральный закон «О розничных рынках», согласно п. 24 которого все рынки, кроме сельскохозяйственных, должны располагаться в капитальных зданиях. В Казани реформа коснется вещевых секторов Центрального и Московского рынков, рынка Витариус («вьетнамский»), Приволжского рынка и других, находящихся в некапитальных строениях [10]. 8 июня 2012 года началось строительство торгового комплекса «Новая Тура»,

его первый торговый павильон сдали в эксплуатацию 15 сентября 2012, а с 1 октября 2012 года в Казани стали закрываться вещевые рынки, начиная с рынка Витариус по ул. Журналистов («вьетнамский рынок»), который первым переехал в новый павильон. На границе Казани и Зеленодольского муниципального района будет построен уникальный торговый комплекс, отвечающий современным архитектурным, градостроительным, экономическим и санитарным требованиям. На территории площадью 200 га будет размещено большинство работавших в Казани вещевых рынков. На освободившихся в городе территориях предполагается разбить скверы. С одной стороны, переезд вещевых рынков в Новую Туру позволит перевести рыночную торговлю в цивилизованное русло, обеспечить комфортные условия для продавцов и покупателей, решить проблему пробок, возникающих возле казанских рынков [11, 12, 13]. Однако переезд имеет множество важных последствий, например, обеспечение жильем сотрудников рынка, транспортная доступность для покупателей и продавцов, ценовая доступность товаров в новых условиях. Революционный путь преобразования исторически сложившихся мест торговли Казани, таких как Центральный, Московский рынки, после приведения реформы в действие может повлиять на утрату рыночной культуры города и жизнь важнейших торговых артерий.



Расстояние от Казани до Новой Туры составляет 23 км.

Рис. 2. Проект Новая Тура. План расположения и трехмерная визуализация

Мнения казанцев разделились на оптимистичные, настороженные и негативно настроенные. По мнению Президента Республики Татарстан Минниханова Р.Н., тема закрытия рынков очень сложная и требует осторожного обращения с судьбами людей, которые торгуют на рынках и, возможно, не могут другим способом обеспечить себе средства для существования. Владельцы рынков (в частности, директор ООО «Витариус» Дао Тхи Кой) задаются вопросом, какой процент покупателей рынков поедет в Новую Туру. В настоящих условиях они готовы выполнить все необходимые требования по сохранению своего бизнеса на местах. Администрация рынков надеется на понимание законодателей и внесение изменений в новый закон. Для продавцов и предпринимателей рынка имеет огромное значение, что в преддверии Универсиады более 2 тысяч их коллег лишатся работы. Большинство из продавцов не готовы к переезду из-за большого расстояния и нецелесообразности ежедневных двухчасовых поездок на работу. Беспокойство предпринимателей, в частности, вызывает вопрос арендных ставок в новом торговом комплексе, которые, как они полагают, будут значительно выше настоящих. Многие казанцы категорически против исчезновения рынков, для них походы по базарам каждые выходные –

своеобразный вид досуга. Люди любят ходить по рынкам, хотя вполне могут себе позволить одеваться в магазине. Покупатели аргументируют это наличием на рынке особой атмосферы.

Новая Тура – это комплексный проект, в состав которого, кроме торговых павильонов, входит целый ряд зданий смежных функциональных направлений, эту идею нельзя рассматривать односторонне. Технополис имеет перспективную стратегию развития и способен стать крупнейшим в Поволжье центром оптовой и розничной торговли. Продуманная инфраструктура включает парковку на 7000 машиномест, пункты общественного питания, 5 павильонов площадью 28000 м<sup>2</sup> каждый (216 x 128 м), а также все современные технические характеристики: пылезащитное покрытие полов, смешанная система освещения (электрическое + световые фонари); приточно-вытяжная вентиляция, охранно-пожарная сигнализация, система видеонаблюдения и др. Торговые площади сдают в аренду как оптовым компаниям, так и частным предпринимателям, которым необходимо всего несколько метров прилабочной зоны. На территории комплекса Новая Тура будет построен Агроцентр, благодаря которому Татарстан сможет повысить конкурентоспособность отечественных производителей сельскохозяйственной продукции в условиях вступления России в ВТО. Агропромышленный комплекс станет инновационным местом объединения высоких технологий производства товаров и услуг и новых экономических стратегий и будет включать:

- агропромышленный комплекс;
- машиностроительный комплекс (производство холодильного оборудования на основе «зеленых технологий»);
- сферу услуг (логистика, маркетинг, лизинг, финансы и др.).

Казань издревле находилась на пересечении торговых путей, вместе с иностранными товарами и купцами шел культурный и опытный обмен, из заграницы привозили шелка, меха, драгоценные камни, пряности и красители, золото, серебро, южных экзотических птиц и зверей, а также разные умения, навыки, способы изготовления товара, инновации, технологии, которые распространились по миру благодаря таким торговым порталам. Технополис Новая Тура призван возродить традицию культурного обмена между востоком и западом и стать научно-образовательным кластером в сфере торговли, индустрии гостеприимства, сервиса и услуг, а также в сфере межкультурных коммуникаций: в составе комплекса будут объекты образовательной и научно-исследовательской деятельности. Его основные направления: подготовка специалистов для производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, развитие экотехнологий, создание и развитие малых инновационных предприятий, развитие межкультурных связей, формирование объектов производственной, транспортной, рекреационной и общественной инфраструктуры Технополиса. На территории комплекса будут построены и организованы учебные аудитории, учебно-производственные помещения (стажировочные площадки), исследовательские лаборатории, офисы малых инновационных компаний, выставочный зал, конгресс-зал для конференций, экспо-центр для проведения выставок, ярмарок, презентаций [15].

Место расположения комплекса выбрано не случайно: технополис «Новая Тура» прилегает к строящейся международной автомагистрали «Западная Европа – Западный Китай». Цель строительства автодороги – связать ключевые транспортные коридоры России и иметь связь с основными транспортными магистралями Казахстана и Китая. Трансконтинентальный коридор «Западная Европа – Западный Китай» – это новый путь в Европу, возрождение суперконтинентальной трассы древности. Великий «Шёлковый путь» сегодня восстанавливает свои позиции и вновь появится на карте мира. Молодое энергичное поколение 3-го тысячелетия, сохраняя и развивая традиции своих прадедов, активно осваивает безграничный потенциал международного общения.

32 евроазиатских государства, среди которых Россия, Япония, Южная Корея, Китай, Индия, уже подписали соглашение о строительстве трансазиатской дороги протяженностью более 14000 км. Она свяжет страны бассейнов Атлантического и Тихого океанов. По данным Всемирной Торговой Организации и ЮНЕСКО, Великий шелковый путь к 2020 г. превратится в самый привлекательный маршрут для туристов, способный принять на свои просторы треть всех путешественников мира [16].

Рынки Казани – это место, где практичность современного проектирования встречается с историческим и культурным наследием. Исторически подтвержденное, эффективное расположение рынка является порталом между прошлым и будущим. Рынки центра Казани не могут полностью раствориться или кардинально изменить поле деятельности. «Без рынка мы не можем говорить о городе», – слова бельгийского историка XVIII века Анри Пиренна сохраняют актуальность и сегодня. Отмеченные следами исторических улиц, торговые кварталы центра Казани хранят секрет богатства и процветания древнего восточного базара, и в наши дни это место имеет безграничный потенциал стать привлекательным для туристов, экзотическим рынком в сердце города. Проект рынка в Новой Тура – революционный путь развития, который поможет Казани вновь переопределить свой статус: космополитный и национализированный, светский и религиозный, либеральный и консервативный, политический и гедонистический, поверхностный и глубинный... Город в поиске своей сущности, на перекрестке культур от Китая до Европы. Динамизм Казани и готовность к переменам позволят разрешить сложные задачи, стоящие перед поистине уникальным городом.

### Список литературы

1. Хайлбронер Р.Л. Философы от мира сего. Гл. 1. – М.: Изд-во «Колибри», 2008. – 31 с.
2. Панарин С.А. Города востока: хранители традиций и катализаторы перемен. – М.: Изд-во «Наука», 1990. – 55 с.
3. Гирц К. Интерпретация культур. – М.: Изд-во «Росспэн», 2004. – 560 с.
4. Оскар Льюис. «Культура бедности». – Нью Йорк: Изд-во «Basic Books», 1969. – С. 187-220.
5. Харт Кейт. Возможности неформального городского дохода и работа в городе Гана // Журнал современных африканских исследований, 1973, № 1. – С. 61-90.
6. Шанин Т. Экономическая теория преступлений и наказаний // «Неформальный сектор экономики за рубежом», № 2. – М.: Изд-во «Логос», 1999. – С. 532-536.
7. Международная организация занятости (МОТ). URL: <http://www.ilo.org/> (дата обращения: 21.01.13).
8. Дус Сантус, Теотониу. Структура зависимости. — Сокращённая версия статьи «The Structure of Dependence». – США. Изд. «The American Economic Review». 1968г.
9. Донателла Калаби. Рынок и город: площадь, улица и архитектура в современной Европе раннего периода. (Исследования истории городов). Институт Архитектуры Венеции, Италия, 2004.
10. Статья: Закрытие вещевых рынков. URL: <http://info.tatcenter.ru/print/118190/> (дата обращения 18.12.12).
11. Ассоциация рынков Ростовской области. URL: [http://www.trademarket.ru/news/arro/index.php?SHOWALL\\_2=1](http://www.trademarket.ru/news/arro/index.php?SHOWALL_2=1) (дата обращения: 10.01.13).
12. Статья: Закрытие вещевых рынков с 1 октября. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/06/27/321367/> (дата обращения: 10.01.13).
13. Статья: Что ждет Казань в октябре 2012 г. URL: <http://www.tatpressa.ru/news/7310.html> (дата обращения: 11.01.13).
14. Корчагин Ю. Левая работа. Российская газета, 2012. URL: <http://www.rg.ru/2012/04/17/sector.html> (дата обращения: 08.01.13).
15. Официальный сайт проекта Новая Тура. URL: <http://new-tura.com/> (дата обращения: 15.01.13).
16. Новый Шелковый Путь: Западная Европа – Западный Китай. URL: <http://www.europe-china.kz/info/68> (дата обращения: 25.01.13).

Ivanova E.A. – post-graduate student

E-mail: ifginaia@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

## The social effects caused by replacement process of the city markets by shopping malls during 2000s

### Resume

City markets are remaining to be stable and universal feature of city food marketing and distribution of prime necessity recourses. Market system is not only the way of exchange of goods one to another; it is machine, that ensures the survival of all population. Term «informal sector» was firstly used at 70-s of XX century in the works of English economist Keith Hart. His conception consists in the fact that informal sector provides job to city underclass, including migrants from overpopulated village, that capital-intensive formal sector is not able to involve and those who would otherwise be left without livelihood. This refers to the bigger part of city population, because informal sector involves from 20 to 50 % of people occupied in big cities in developing countries. Original location of historical market squares plays the defining role for development of the whole city through history. The unique trade complex will be built at boundary of Kazan and Zelenodolsk district, where most of the merchandise markets of Kazan will be located. Central markets of Kazan cannot disappear or principally change their business area. Kazan central trade district has potential to become tourist attractive exotic place in the heart of the city.

**Keywords:** market culture, New Tura, rent rate, fundamental structure, retail market regulation, social effect, dual model of metropolis development.

### References

1. Robert Heilbroner «Worldly philisophers», part 1. – M.: Publisher «Colibri», 2008. – 31 p.
2. Panarin S.A. Eastern cities: treasurer of traditions and accelerator of reforms. – M.: Publisher «Nauka», 1990. – 55 p.
3. Geertz Clifford. The interpretation of cultures. – M.: Publisher «Rosspan», 2004. – 560 p.
4. Oscar Lewis. The culture of poverty. – New York. Publisher «Basic Books», 1969 – P. 187-220.
5. Hart K. Informal Urban Income Opportunities and Urban Employment in Ghana // Journal of Modern African Studies, № 1, 1973. – P. 61-90.
6. Shanin T. Economic theory of crime and punishment // «Informal sector of economy abroad», № 2. – M.: Publisher «Logos», 1999. – P. 532-536.
7. International Labour Organization (ILO). URL: <http://www.ilo.org/> (reference date: 21.01.13).
8. Theotonio dos Santos. El nuevo caracter de la dependencia. Brief version of the article «The Structure of Dependence». USA: Publisher «The American Economic Review», 1968.
9. Donatella Calabi. The Market and the City: Square, Street and Architecture in Early Modern Europe (Historical Urban Studies). L'Istituto Universitario di Architettura di Venezia, Italy, 2004.
10. Article: Closing of the merchandise markets. <http://info.tatcenter.ru/print/118190/> (reference date: 18.12.12).
11. City market association of Rostov district. URL: [http://www.trademarket.ru/news/arro/index.php?SHOWALL\\_2=1](http://www.trademarket.ru/news/arro/index.php?SHOWALL_2=1) (reference date: 10.01.13).
12. Article: Closing of the merchandise markets from October 1. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/06/27/321367/> (reference date: 10.01.13).
13. Article: What will happen to Kazan in October 2012. URL: <http://www.tatpressa.ru/news/7310.html> (reference date: 11.01.13).
14. Korchagin Y. Left job. Russian newspaper, 2012. URL: <http://www.rg.ru/2012/04/17/sector.html> (reference date: 08.01.13).
15. Official website of the project New Tour. URL: <http://new-tura.com/> (reference date: 15.01.13).
16. New Silk Way: Western Europe – Western China. URL: <http://www.europe-china.kz/info/68> (reference date: 25.01.13).

УДК 712.25

Исмагилова С.Х. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: grado@kgasu.ru

Лобанова А.В. – аспирант

E-mail: anel5205@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Ландшафтно-планировочные аспекты градоэкологической реконструкции природного комплекса Казани

#### Аннотация

Статья посвящена выявлению и анализу особенностей природного комплекса Казани, важных для формирования полноценного ландшафтно-экологического каркаса города. Анализ позволил впервые выявить характерные структурные характеристики природного комплекса города, а также представить его в виде геометрической модели. Полученные результаты направлены на разработку дальнейших предложений по реконструкции природной составляющей города с целью оптимизации её структурно-функциональных и ландшафтно-экологических качеств.

**Ключевые слова:** ландшафт, ландшафтно-экологический каркас города, природный комплекс, градоэкологическая реконструкция.

Градоэкологические противоречия, являясь следствием неконтролируемого роста городов, автомобилизации, развитой промышленности, инфраструктуры и несовершенной природоохранной законодательной базы, характерны для Казани и типичны для многих крупнейших городов России. Необходимо найти рациональные пути обеспечения комфортных условий пребывания человека в городской среде, повысить качество жизни во взаимосвязи с дальнейшим развитием урбанизированных подсистем города и стабилизировать экологическую обстановку в городе. Одним из наиболее действенных механизмов по сохранению экологического равновесия в городе и обеспечению его самоподдерживающего развития в градостроительной деятельности является формирование ландшафтно-экологического каркаса (ЛЭК). Реализация данной задачи требует выявления ландшафтно-планировочных аспектов природного комплекса (ПК) городов.

Авторами принято определение ЛЭК как системы открытых озелененных пространств, формируемой с использованием системного подхода экологической ориентации и углубленным учетом взаимосвязанных природных и градоэкологических составляющих [1].

Планировочная структура Казани исторически сформировалась под влиянием богатых топографических и гидрографических условий – выразительного рельефа, водных артерий, природного и антропогенного ландшафтов. Анализ исторического развития г. Казани показал значительное усиление отрицательного воздействия антропогенных факторов на природную среду города к середине XX-началу XXI века. На сегодняшний день эти процессы набирают обороты.

Проанализировав предложение ныне действующего генплана [2], стоит согласиться с общими направлениями концепции формирования природно-рекреационного комплекса (ПРК), но также можно выделить ряд недостатков. Среди них:

- отсутствует поуровневый подход к элементам ПК города;
- недостаточно выявлены индивидуальные особенности ПК Казани и потенциальные возможности развития на его основе ЛЭК;
- отсутствует структурная характеристика элементов ПК;
- не выявлены геометрические закономерности формирования элементов как системы.

Также в генплане уточнено, что необходима «достройка» ПРК.

Основные структурные элементы ЛЭК, его тип и планировочное начертание должны лечь в основу разработки природоохранной ландшафтно-планировочной концепции в рамках градоэкологического обоснования генплана Казани.

Для реализации задачи реконструкции представленного в генплане природно-рекреационного комплекса в экологически ориентированный природный каркас необходимо иметь четкое представление об индивидуальных качествах природной системы Казани. В частности, это потребует выявления его структурных составляющих и особенностей их геометрического построения в контексте сложившегося территориально-планировочного каркаса города. Решение данных задач потребовало проведения анализа и оценки сложившегося состояния природного комплекса Казани, что является первым этапом в направлении разработки рекомендаций по его реконструкции.

Изучение топографических материалов, составление ряда аналитических схем и проведение натурного анализа позволило произвести ландшафтно-экологическое и функционально-планировочное зонирование территории города<sup>1</sup>. Оно определило состояние и потенциал природного комплекса г. Казань, его структурные качества и геометрические параметры, как основу формирования и корректировки ЛЭК (таблица 1).

Таблица 1

Структурная иерархия элементов ПК

	Элемент каркаса	Определение	Территориальное положение	
МАКРО уровень	«Пригородный зеленый пояс»		Пригородные леса и лесопарки, сельскохозяйственные угодья, садово-огородные товарищества	Лесные массивы Пригородного и Зеленодольского лесничеств, сельхозугодья Пестрчинского и Высокогорского районов, садово-огородные товарищества Высокогорского и Зеленодольского районов.
	«Водно-зеленая дуга»		Береговая линия крупной реки или побережье другого крупного водного объекта, огибающее город с одной стороны	Залив Куйбышевского водохранилища и р. Волга с прибрежной полосой в пределах города.
	«Водно-зеленый диаметр»		Пойма и долина крупной реки, пересекающая весь город	Русло, пойменные участки и прибрежная полоса реки Казанка.
	«Зеленые клинья» (*3)		Озелененные территории, расположенные между основными радиальными направлениями дорог, проходящие через плоть застройки, связывая город с пригородным окружением	Зеленые массивы по трем радиальным направлениям от пригорода в город: Зеленодольский, Высокогорский, Матюшинский.
МЕЗО уровень	«Водно-зеленый радиус»		Река или система озер, проходящая через город в радиальном направлении	Система озёр Кабан, Подувалье, Монастырский канал, протока Булак и их прибрежное озеленение.
	«Водно-зеленые коридоры»		Долины, русла, притоки крупных и малых рек и их прибрежное озеленение.	Поймы и русла малых рек Нокса, Киндерка, Сухая, Солонка и старое русло р. Казанка.
	«Малые зеленые клинья»		Озелененные территории, расположенные между второстепенными направлениями дорог, проходящие через плоть застройки, сужаясь, в город.	Массивы, расположенные на окраинах преимущественно в С-З, Ю-В и В частях города. Связаны с пригородным поясом, проникают в застройку. Зачастую слабо выражены, разрознены.
	«Зеленые ядра»		Зеленые насаждения общего пользования: парк, лесопарк, городской лес (в т. ч. ООПТ), площадью от 10 га.	Городской лесопарк «Лебяжье», Немецкая и Русская Швейцария, Березовые рощи Дербышек и поселка Мирный, ЦПКиО им. Горького, Парк Победы, Парк «Крылья Советов».
	«Зеленые связи»		Линейное озеленение, связывающее селитебные территории с зелеными зонами, защитные посадки зеленых насаждений вдоль ж/д и автомобильных дорог, озелененные набережные.	Недостаточно развиты повсеместно, на большей части территории города практически отсутствуют.
ЛОКАЛЬНЫЙ уровень	«Малое точечное озеленение»		Зеленые насаждения общего пользования: городские сады, скверы, площадью до 5 га.	Сквер Славы, детский парк «Черное озеро», сквер по ул. Чуйкова, сад Эрмитаж, Лядской сад и др. сады и скверы, озера Ново-Савиновского района и пр.
	«Малое линейное озеленение»		Городские бульвары, аллеи и прочие небольшие линейные посадки зеленых насаждений.	Недостаточно развиты повсеместно, на большей части территории города практически отсутствуют.

<sup>1</sup> Примечание: Схема ландшафтно-экологического и функционально-планировочного зонирования г. Казани приводится в дипломном проекте Лобановой А.В. «Формирование ландшафтно-экологического каркаса города Казани» 2012 г.

В работе предложено использовать поуровневый подход в отношении территориальных параметров природного комплекса: макро-, мезо- и микроуровни. Основное внимание уделено вопросу формирования ЛЭЖ Казани на мезо- уровне «город». Рассмотрение масштабов более высокого порядка – макро- – используется для определения связи с пригородным окружением и выявления дополнительных возможностей для саморегуляции каркаса [5]. Вопросы формирования ЛЭЖ на уровне малых озелененных пространств (микро-) подробно рассмотрены ранее [6].

Структурная иерархия элементов ПК как потенциала ЛЭЖ ложится в его основу. Определены места элементов в структуре и выявлены проблемы экологического и планировочного характера, что позволит выдвинуть меры по их реконструкции при формировании ЛЭЖ.

Элементы потенциального ЛЭЖ распределены в соответствии с масштабными уровнями, определены по форме и содержанию, территориальному положению и планировочному начертанию.

Анализ качественных характеристик ПК города Казани как основы ЛЭЖ проведен в соответствии с основными ландшафтно-планировочными принципами, выработанными в теории А.П. Вергуновым [4]. Анализ позволил выявить следующие проблемы и несоответствия, не позволяющие ПК города функционировать как полноценный ЛЭЖ, в первую очередь с планировочной точки зрения:

- в структуре природного комплекса города выявлена территориальная дисперсность его элементов и предложены пути, позволяющие ее преодолеть, организовав непрерывную систему зеленых связей между элементами природного комплекса, а также внутри них самих;

- система озеленения города проанализирована с точки зрения соотношения (соразмерности) открытых озелененных пространств с площадью жилой застройки, исходя из рекомендаций, выдвинутых А.П. Вергуновым, и по их оптимальному соотношению в той или иной масштабной структуре. Выявлены планировочные (геометрические) и площадные закономерности и предложение по оптимизации;

- выявлена территориальная неравномерность распределения озелененных и рекреационных территорий общего пользования и выдвинуто предложение по исправлению данного вопроса;

- выявлен неполноценный функциональный состав элементов ПК г. Казани и выдвинуто предложение по их оптимизации в соответствии с возможной и рекомендуемой классификацией городских и загородных озелененных пространств;

- проведен ретроспективный анализ изменения ландшафтно-градостроительной структуры города и выявлены основные направления территориального развития элементов каркаса и их взаимосвязь с пригородным окружением.

Анализ количественного и качественного состава основных элементов ПК города с использованием данных экологического мониторинга [3] позволил выявить необходимость увеличения площадей зеленого фонда. Предложены дополнительные территориальные ресурсы развития ПК Казани как основы ЛЭЖ. Среди них можно выявить следующие:

- использование рекультивированных территорий бывших промышленных и коммунально-складских предприятий;

- участки снесенной старой застройки;

- озеленение железнодорожных путей, полос отчуждения железных дорог, пустырей, в т.ч. для укрепления связи м/у городом и пригородами;

- использование нарушенных и неудобных территорий;

- реабилитация пойменных территорий, долин малых рек и пр.

В результате выявлены проблемы отдельных элементов потенциального ЛЭЖ, в соответствии с масштабными уровнями, а также предложены меры по оптимизации состояния элементов и определено значение и функция каждого из них (таблица 2).

Таблица 2

## Характеристика элементов ПК

	Проблемы	Меры	Значение
МАКРО уровень	Высокий уровень рекреационных нагрузок, загрязненность ТБО, угроза входящим в его состав ООПТ (ослабление режима охраны), а также ввиду роста города имеется угроза застройки лесов и открытых пространств агроландшафтов.	Усиление охраны особо ценных природных территорий, в ряде случаев назначение природоохранного статуса.	Служит буфером между естественной природной средой межселенных пространств и урбанизированной городской.
	Загрязнение водных объектов, деградация водных экосистем; недостаточное озеленение берегов, застройка водоохранных зон.	Озеленение берегов, устройство набережных, рекреационных центров; повышение внимания к водоохранным зонам.	Несет в себе масштабный рекреационный потенциал, формирует микроклимат и несет множество прочих функций.
	Застроенность водоохранных зон, засыпка правобережья р. Казанка, высокий уровень антропогенного воздействия.	Сохранение природных участков пойм, назначение им статуса ООПТ, охрана и дополнительное озеленение берегов, устройство набережных.	Является ключевым ландшафтным фактором природной среды Казани, в особенности городского центра.
	Ближе к городу редуют, в центре- отсутствуют. Захват естественных зеленых зон и участков под строительство.	Охрана природных зон, в некоторых случаях рекультивация земель и вынос промышленных производств, преобразование лесов в лесопарки.	Имеют возможность связать городскую застройку с пригородным природным окружением.
МЕЗО уровень	Застроенность водоохранных зон, сброс сточных вод, недостаточное озеленение берегов, высокий уровень антропогенных нагрузок, и, как следствие, загрязнения.	Очистка озер, восстановление естественных экосистем, охрана и озеленение берегов; создание центров рекреации.	Имеет важное историческое, рекреационное и климаторегулирующее и экологическое значение.
	Испытывают высокое антропогенное воздействие, высокий уровень рекреационных нагрузок, сброс сточных вод, загрязненность ТБО, во многих случаях имеют критическое санитарно-экологическое состояние.	Охрана и озеленение берегов, очистка рек, создание централизованных узлов рекреации.	Обладают масштабным рекреационным и экологическим потенциалом.
	Не имеют природоохранного статуса и четких границ, в связи с чем нередко подвергаются застройке; испытывают негативное давление городской среды.	Благоустройство, преобразование лесов в лесопарки, закрепление границ и режимов пользования.	Имеют возможность связать городскую застройку с пригородным природным окружением.
ЛОКАЛЬНЫЙ уровень	Неравномерность размещения крупных массивов зеленых насаждений по территории города, отсутствуют «зеленые» коридоры между ними.	Сохранение и расширение существующих, создание новых парков и парковых комплексов как в черте города, так и на периферии.	Рекреация городского населения и нормализация экологической обстановки в городе.
	Неравномерность распределения зеленых объектов на территории города и отсутствие зеленых связей между ними. Вырубка посадок под дорожное и прочее строительство.	Создание набережных, прогулочных зон и озелененных пешеходных транзитов; создание и охрана защитных посадок.	Обеспечивают непрерывную связь между крупными и малыми озелененными пространствами.
ЛОКАЛЬНЫЙ уровень	Уничтожение точечных элементов, практически не создаются новые скверы в жилых микрорайонах, бессистемность озеленения, косметическое благоустройство.	Создание новых и охрана существующих малых озелененных пространств.	Рекреация городского населения и нормализация экологической обстановки в районах и микрорайонах.
	Недостаточно развиты повсеместно, на большей части территории города практически отсутствуют.	Создание прогулочных зон и озелененных пешеходных транзитов.	Обеспечивают непрерывную связь между крупными и малыми озелененными пространствами.

Проведенное исследование позволило представить формализованную геометрическую модель ЛЭЖ Казани (рис.), которая включает в себя:

- структуру и геометрию его основных элементов;
- определение четкого места и роли основных структурообразующих элементов ПК в системе ЛЭЖ и их взаимосвязи.

Рекомендованы необходимые меры по оптимизации состояния элементов ЛЭЖ г. Казани и основные направления его развития:

- 1) формирование системы ООПТ города, выявление и включение в состав территорий ЛЭЖ ценных природных объектов;
- 2) охрана пригородного пояса. В частности, одной из мер может являться сдерживание границ города;
- 3) сохранение существующих и реабилитация утраченных ландшафтов долин крупных и малых рек в качестве экологических коридоров;
- 4) сохранение межмагистральных клиньев как набора территорий различных организационно-правовых форм;
- 5) сохранение и создание новых озелененных территорий общего пользования (парков, скверов, бульваров);

6) обеспечение непрерывной связности как озелененных пространств между собой, так и селитебных зон с крупными рекреационными объектами посредством организации линейных озелененных структур (связей);

7) формирование в контактных зонах ЛЭЖ и урбанизированных территорий буферных зон малоэтажных и высокоозелененных территорий, способствующих снижению нагрузок на природный комплекс;

8) охрана и развитие санитарно-защитных зон предприятий и коммуникационных коридоров;

9) охрана прибрежных территорий, особо ценных пойменных участков, рельефа;

10) рекультивация и реабилитация бедлендов, промышленных и коммунально-складских пустырей и пр.

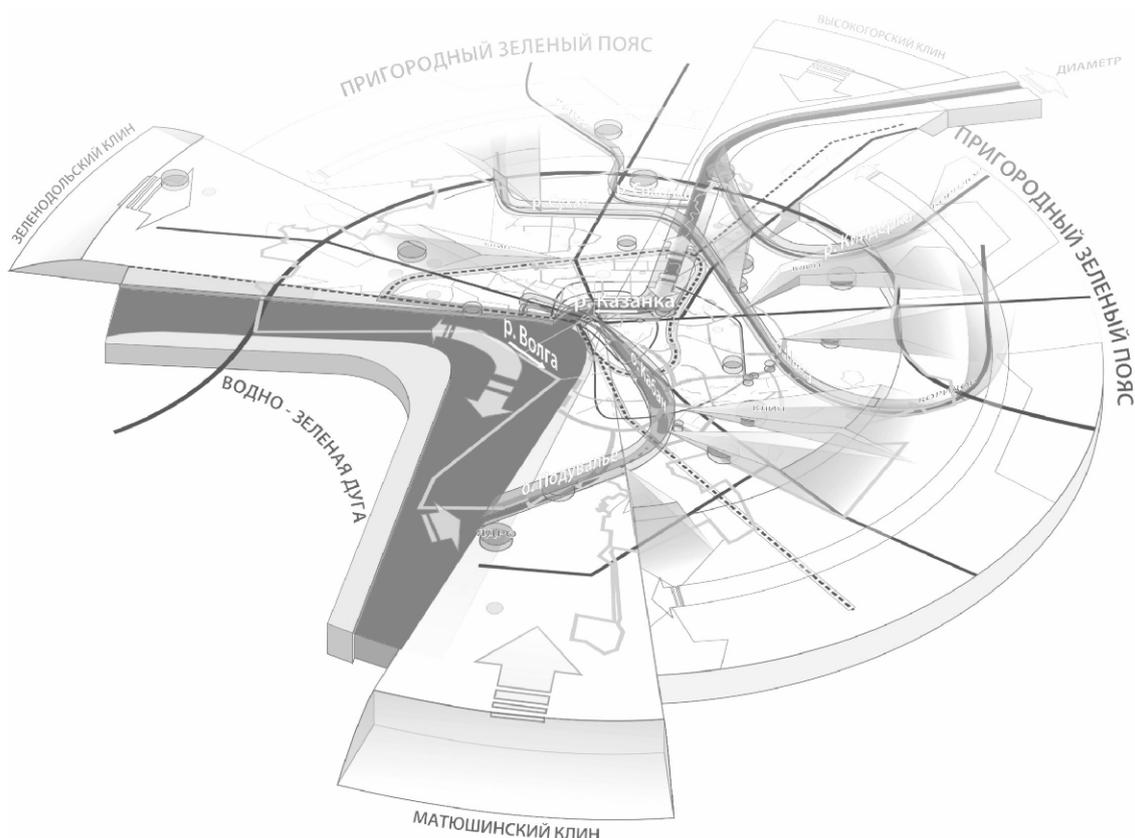


Рис. Формализованная геометрическая модель ЛЭЖ Казани

Разработанная модель ландшафтно-экологического каркаса и выявленные аспекты ее формирования, рекомендованные для использования в процессе корректировки документов территориального планирования муниципального образования Казань, были предложены с учетом расширения функций и значения структурных элементов. Реконструкция ПК должна быть основана на комплексном применении существующих подходов к разработке ландшафтно-экологического каркаса и выделении природоохранных режимов и режимов градостроительной деятельности на территории ЛЭЖ.

Новизна работы для Казани заключается во внедрении новых понятий применительно к ПК города Казани и описания уникальной планировочной структуры его элементов во взаимосвязи друг с другом и различными масштабными уровнями, в выявлении оптимальных принципов конструирования ЛЭЖ с использованием структурного подхода.

**Список литературы**

1. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. – М.: Архитектура-С, 2010. – 183 с.
2. Генеральный план г. Казани. ОАО «Институт «Казгражданпроект», 2007. URL: [www.kzn.ru](http://www.kzn.ru) (дата обращения: 13.05.2012).
3. Аналитическая информация Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан по г. Казани за 2011 г. // [eco.tatarstan.ru](http://eco.tatarstan.ru) URL: [http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub\\_67868.pdf](http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_67868.pdf) (дата обращения: 21.03.2012).
4. Вергунов А.П. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города. – Ленинград: Стройиздат, 1982. – 134 с.
5. Владимиров В.В. Расселение и окружающая среда. – М.: Наука, 1982. – 228 с.
6. Исмагилова С.Х., Смирнова А.Л. Анализ состояния малых озелененных пространств г. Казани // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 134-140.

**Ismagilova S.Kh.** – candidate of the architecture, associate professor

E-mail: [grado@kgasu.ru](mailto:grado@kgasu.ru)

**Lobanova A.V.** – post-graduate student

E-mail: [anel5205@mail.ru](mailto:anel5205@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Urban-ecological reconstruction landscape-planning aspects of Kazan city nature complex****Resume**

Steady city evolution in increasing anthropogenic influence condition, related to natural complexes (NC) saving and developing and providing facilities for people, envisages landscape-ecological and natural framework forming. In dealing with the current strategic problem the concept of Kazan nature-recreational complex (NRC) forming proposed in current general city plan of 2007 is clearly acquitted. However it requires further correction aimed to NRC to ecology oriented landscape-ecological framework (LEF) conversion.

With the purpose of detecting opportunities, saving and developing Kazan NC its analysis and state evaluation was assessed, the schema of functional-planning and landscape-ecological zoning was composed. This allowed us to determine city's composition and structure, its geometry and constituent elements hierarchy. Evaluating of qualitative characteristics of Kazan NC's landscape-planning organization let us detect problems of separate elements of natural-anthropogenic structure and propose measures for their reconstruction for forming city's LEF.

As a result of the current work was formalized geometrical model of Kazan city, which clearly introduces features of city's landscape planning structure and NC elements to LEF conversion. The results can be defined more exactly and can be taken into account in the further documents of Kazan municipality territorial planning correction.

**Keywords:** landscape, city's landscape-ecological framework, natural complex, urban-ecological reconstruction.

**References**

1. Krasnoshchekova N.S. Formation natural framework in the general plans of cities. – М.: Architecture-C, 2010. – 183 p.
2. General plan for the city of Kazan. Institute «Kazgrazhdanproekt», 2007. [www.kzn.ru](http://www.kzn.ru) (date accessed: 05.13.2012).
3. Analytical data of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Tatarstan, Kazan for 2011. // [eco.tatarstan.ru](http://eco.tatarstan.ru) URL: [http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub\\_67868.pdf](http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_67868.pdf) (date accessed: 21.03.2012).
4. Vergunov A.P. Architectural and landscape organization of a large city. – Leningrad: Stroizdat, 1982. – 134 p.
5. Vladimirov V.V. Resettlement and environment. – М.: Nauka, 1982. – 228 p.
6. Ismagilova S.Kh., Smirnova A.L. The analysis of the small greenery spaces of Kazan city // News KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 134-140.

УДК 711.58; 316.4

Хегай И.В. – аспирант

E-mail: khegay@list.ru

Московский архитектурный институт (Государственная академия)

Адрес организации: 107031, Россия, г. Москва, ул. Рождественка, д. 11

## Градостроительные приемы формирования социально-интегрированных комплексов жилой застройки

### Аннотация

Статья посвящена вопросу преодоления пространственной разобщенности населения города. Социально-интегрированные градостроительные комплексы представляют собой разнообразные архитектурные объекты качественного жилья различного типа и видов собственности на участках различных размеров и объекты общественного обслуживания с широким спектром услуг. Их основная идея заключается в том, что каждый район или соседство должны содержать жилые дома различной стоимости, типов и размеров и заселяться семьями, принадлежащими к разным доходным категориям, разным социальным группам. Предложенные архитектурные и градостроительные рекомендации позволят сделать комфортной среду для всех социальных групп населения, обеспечив устойчивое развитие жилых районов.

**Ключевые слова:** сегрегация, социально-интегрированный, градостроительный комплекс, жилой район, смешанный район.

### Введение

Цель организации социально-интегрированных градостроительных комплексов заключается в пространственном объединении людей с разным уровнем дохода в качественное жилье различного типа, размеров и видов собственности. Социально-интегрированные градостроительные комплексы должны иметь хорошую связь с окружающей городской застройкой и обеспечивать доступ к полному спектру услуг.

В наиболее бедных районах часто недостаточно развита инфраструктура, качество среды и экология также часто значительно ниже более богатых районов, «уровень безработицы и плохое состояние здоровья, как правило, выше, преступность и вандализм более распространены, качество школ и образования ниже». Многие отдельные семьи пострадали от негативных социальных, экономических и экологических условий их места жительства.

Социально-интегрированные комплексы призваны решать данную проблему. Стратегия в отношении социальной интеграции должна применяться ко всем районам, новым и существующим, выражаться в ликвидации разрыва между зонами богатых и бедных, большей диверсификации экономики, улучшении государственных услуг и должна полностью внедряться во все сферы жилищного строительства и планирования. Смещение социального и коммерческого жилья в единый комплекс требует тщательной оценки условий местного рынка недвижимости.

### Что делает социально-интегрированный район жизнеспособным?

Ключевые моменты, необходимые для развития социально-интегрированного района (рис. 1):

- соответствующий размер, масштаб, плотность и правильное расположение, чтобы обеспечить комфортное проживание в районе и минимизировать использование ресурсов (включая землю);
- правильное сочетание домов разных типов и видов собственности, для возможности проживания семей различной численности, возраста и уровня дохода;
- наличие жилых и нежилых помещений, которые могли бы соответствовать различным потребностям жителей района в течение всего срока проживания;
- сеть безопасных, хорошо продуманных улиц, открытых общественных зон и озеленение;

- широкий спектр услуг для разных возрастных групп, включая образовательные учреждения, учреждения здравоохранения, досуговые центры, магазины;
- хорошо налаженный общественный транспорт и другая транспортная инфраструктура в пределах района и связывающая с центром и периферией и упрощающая доступ жителей к местам занятости, магазинам и т.д.;
- процветающая местная экономика, для обеспечения рабочими местами и высоким уровнем заработка;
- участие местных жителей в планировании и долгосрочном управлении сообществом и активном добровольном сотрудничестве;
- умелое руководство, чтобы своевременно отвечать на изменения потребностей района;
- интеграция, не изоляция: это особенно важно в существующих жилых комплексах, где высокое качество дорожной сети и транспортных связей может помочь уменьшить разрыв между жителями преимущественно бедных или преимущественно богатых районов;
- яркая и творческая атмосфера для привития чувства места, но хорошо связанная с окружающей средой, гармонично вписанная в ткань города.

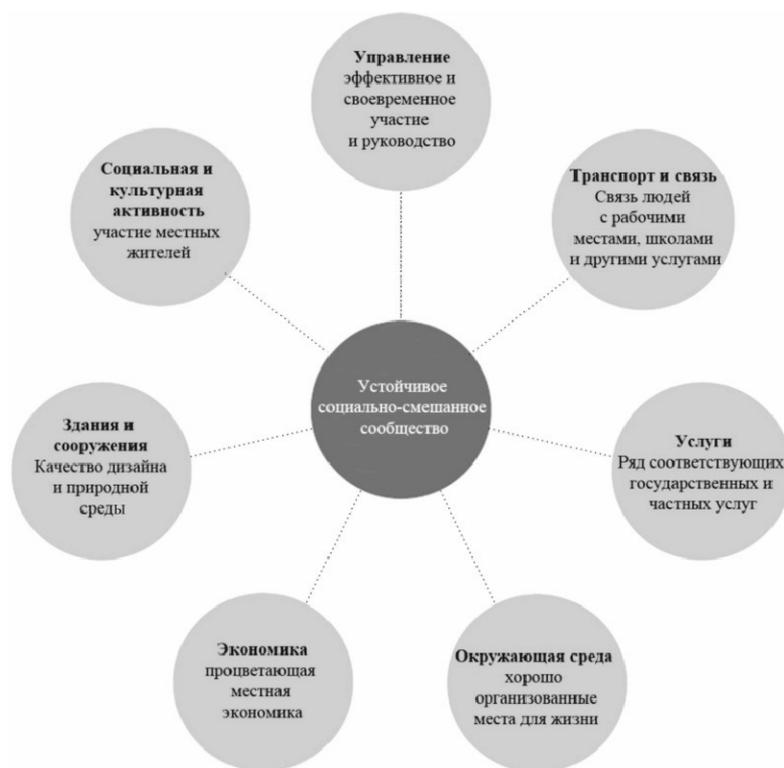


Рис. 1. Основные компоненты, необходимые для развития эффективного, жизнеспособного, смешанного района

### Преимущества создания смешанных сообществ

По мнению Кияненко К.В., среди социальных факторов выбора семьей места жительства одним из ключевых становится качество соседства – ближайшего социального и физического окружения семьи. Проблема формирования соседства заключается в том, что если довериться стихийному саморегулированию рыночных сил, то результатом этого становится социальная и имущественная сегрегация домохозяйств, то есть территориальное обособление разных по социальному статусу и имущественному положению горожан.

Потенциальные выгоды от смешанных домохозяйств могут быть суммированы следующим образом:

- жители всех возрастов, этнических групп, составов семей и социальных классов имеют возможность общаться и взаимодействовать;

- местные школы могут привлечь учащихся различных культур и традиций;
- потенциал для повышения устремлений, повышения уровня образования и снижения уровня преступности;
- социально-интегрированные районы могут поддерживать высокий уровень предоставляемых услуг;
- более высокий средний уровень совокупного дохода может создать дополнительные возможности трудоустройства для местных жителей.

По мнению английских социологов Танстал и Фентона, существуют различные мотивы для социальной интеграции:

- предлагаемая смесь может быть побочным эффектом при строительстве нового района. Застройщики могут быть мотивированы получением прибыли, стремлением привлечь государственные субсидии;
- предлагаемая смесь может отражать желание предотвратить или уменьшить концентрацию социального жилья, как часть стратегии по достижению более качественного жилья;
- предлагаемая смесь может быть самоцелью, в целях повышения социальной сплоченности между семьями с различными доходами, возрастом и из различных этнических групп.

#### **Стадия проектирования**

Достижение привлекательности мест проживания (иногда называемое *liveability*-приспособленностью к жизни) должно быть главной задачей при проектировании социально-интегрированных градостроительных комплексов. Это требует четкого видения всех процессов разработки, реализации и управления и должно отражать нужды людей.

При организации социально-интегрированного района стадия проектирования является крайне важной, поскольку именно в этот момент принимаются ключевые решения относительно разработки отдельных зданий и участка застройки в целом. В процессе проектирования определяется размер единиц жилья, виды жилья, степень внедрения района в сложившуюся городскую ткань и такие аспекты, как общая безопасность и степень, с которой жители различных домовладений будут объединены или вести разрозненный образ жизни. Многие из этих ранних решений определяют будущую жизнеспособность нового строительства и качество жизни в нем. Разработка генерального плана и отдельных домов крайне важны, потому что это аспекты, наиболее трудно изменяемые впоследствии.

#### **Принципиальные (типологические) модели**

Жилье социального найма не должно концентрироваться в одном месте района, а должно быть рассредоточено по всей территории градостроительного комплекса. Можно выделить три простых категории этого «рассеивания»:

- комбинированное (жилье разного вида собственности расположено рядом на той же улице);
- сегментированное (жилье разного вида собственности в отдельных блоках);
- раздельное (жилье разного вида собственности рассредоточено).

#### ***Комбинированное***

Современные рекомендации, основанные на зарубежном опыте, сводятся к тому, что интеграция социального жилья в коммерческие комплексы должна происходить постепенно в течение периода развития района. Район Аптон в Лондоне (рис. 2) – пример такого подхода, его развитие ввело определенный стандарт комбинированного жилья: не более трех социальных домов на одной территории и не более четырех квартир социального жилья в одном доме.



Рис. 2. Аптон, Лондон.

Пример комбинированного района с разным уровнем кластеризации жилья социального найма

***Сегментированное***

Планировка района Хьюм в Лондоне (рис. 3) предполагает пример сегментированного жилья, где жилье социального найма предоставляется в отдельных блоках. Район Hulme – новое смешанное сообщество данной категории.

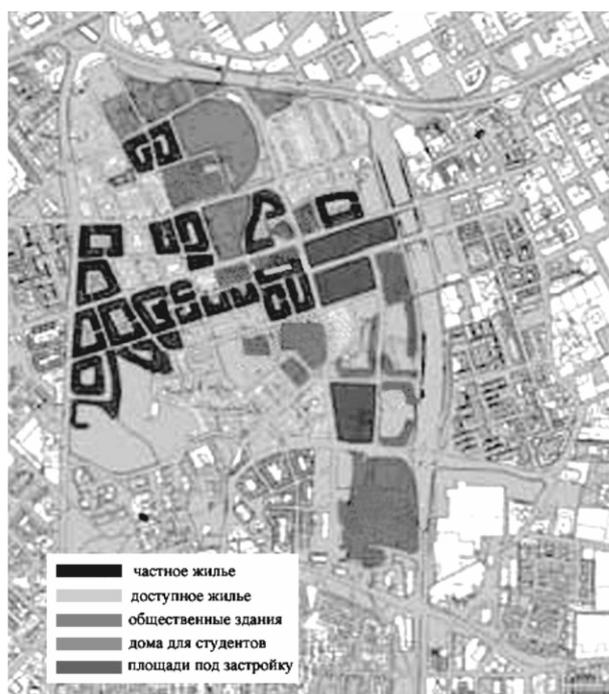


Рис. 3. Хьюм, Лондон. Пример сегментированной модели. В центральной части города, где существует муниципальное жилье, это может быть наиболее целесообразный вариант

**Раздельное**

Хотя концентрации жилья одного вида собственности следует избегать, в сложных рыночных условиях это может оказаться принципиальным условием, при котором район будет построен. Такой тип представлен в районе Ройал Кииз в Лондоне (рис. 4). Несмотря на это, жители домов разного вида собственности имеют общие улицы и общественные места. В самом деле, этот фактор сыграл большее значение, чем вид собственности.

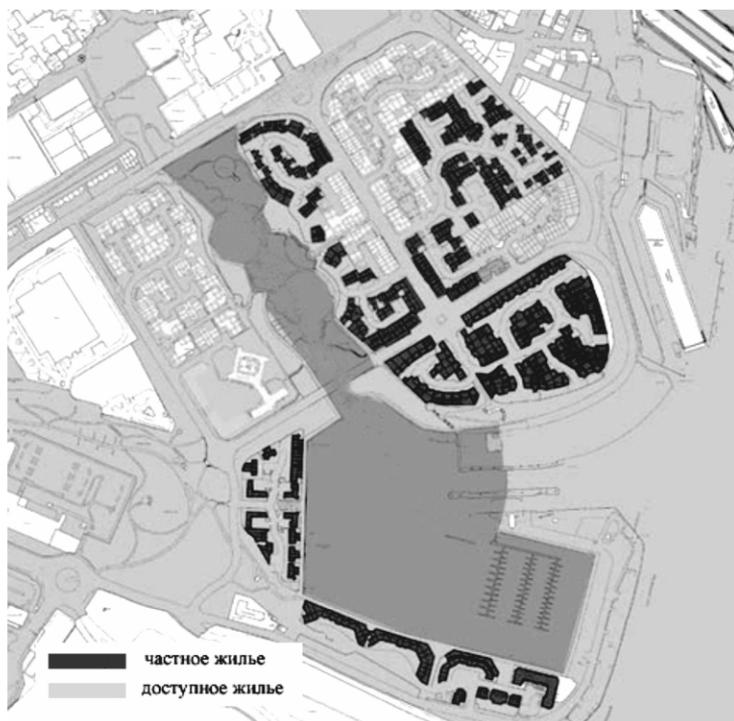


Рис. 4. Ройал Кииз, Лондон. Пример успешного смешения сообществ с разным доходом

**Архитектурные и градостроительные компоненты**

Основные планировочные компоненты, способствующие формированию социально-интегрированного жилого комплекса (таблица):

## 1. Интеграция жилья различных типов:

одним из ключевых моментов для успешной интеграции является смешение различных типов жилья, будь то дома или квартиры;

## 2. Соответствие внешнего архитектурного облика:

внешний вид домов социального найма не должен отличаться от частного жилья на продажу. В малоэтажных районах с застройкой низкой плотности часто организуется «зеленая» полоса между пешеходной зоной и фасадами домов, но многим арендаторам социального жилья может не хватить ресурсов для персонализации своего имущества, в отличие от владельцев-собственников, которые часто устанавливают горшечные растения, подвесные корзины и цветочные дисплеи. Такие маркеры личностной идентификации могут выступать в качестве отличительной особенности различных видов собственности, так же сильно, как и любая архитектурная особенность:

- внешний вид и качество строительных материалов домов социального найма не должны отличаться от жилья частного коммерческого сектора;
- непрерывные фасады должны обеспечивать ощущение закрытости от улицы и создавать уютный двор внутри;
- фасады зданий с видом на улицу должны иметь общественные помещения, с видом на двор – частные;
- должны быть хорошо распределены входные группы со стороны улицы и двора и сквозные проходы.

## 3. Общие улицы:

социальное смешение не может быть обеспечено одними физическими средствами путем размещения людей на одной территории. Оно может, однако, быть облегчено: пересечение улиц, велосипедных и пешеходных дорожек обеспечивает ситуацию, когда соседи могут, буквально, сталкиваться друг с другом. Ходьба и езда на велосипеде, в отличие от путешествия на автомобиле, позволит жителям взаимодействовать друг с другом больше. Продуманная сеть тротуаров и велосипедных дорожек может одновременно стимулировать социальное взаимодействие и привести к экологической устойчивости:

- четкая система улиц и расположение общественных мест;
- улицы преимущественно для пешеходов;
- улицы с короткими и прямыми маршрутами;
- улицы, которые являются привлекательными и безопасными для использования и днем, и ночью;
- улицы, которые способствуют безопасной эксплуатации транспортных средств.

## 4. Обеспечение экологической устойчивости:

обеспечение экологической устойчивости должно быть составной частью всех новых разработок жилья. Это включает в себя множество вопросов, начиная от автомобильного и пешеходного движения, парковок, наличия зеленых насаждений и благоустройства, эффективности использования энергии.

## 5. Высокое качество зеленых насаждений и благоустройства:

качество зеленых насаждений и озеленения, как правило, имеет решающее значение для успешного развития социально-интегрированных районов. Это не только потому, что парки обеспечивают определенные возможности для организации детских игровых площадок и взаимодействия жителей, но и потому, что хорошо продуманные зеленые насаждения и благоустройство являются частью высокого качества жилой среды, что увеличивает покупательскую способность и желание жить в этом районе.

## 6. Транспорт и парковки:

наличие собственного автомобиля является определенным маркером богатства и статуса. Таким образом, наличие гаражей демонстрирует высокий уровень обеспеченного населения жилья в данном районе. Для привлечения жителей с высоким уровнем дохода важен доступ к основным автомагистралям города.

Таблица

Факторы, препятствующие интеграции	Факторы, способствующие интеграции
сегрегации населения по всей территории города	интеграция населения по всей территории города
жилье социального найма отделено от частного	жилье социально найма интегрировано в коммерческие комплексы и равномерно рассредоточено
жилье разных типов, размеров рассредоточено	сочетание жилья разного типа и размера
отдельные детские игровые площадки	общие детские игровые площадки
разделенные общественные места	общие общественные места
автомобильное движение доминирует	пешеходное и велосипедное движение рекомендуется
отсутствие контроля внешнего вида домов	высокое качество внешнего вида домов с применением одинаковых материалов
наличие маркеров состоятельности	отсутствие маркеров состоятельности
отсутствие зеленых насаждений	привлекательный ландшафт и озеленение

**Заключение**

1. Чаще всего создание городских кварталов, рассчитанных на определенную категорию людей, и расслоение общества рассматривают независимо друг от друга, как если бы они имели разную природу. Однако в действительности они тесно взаимосвязаны, подпитывают друг друга и могут быть поняты только при совместном рассмотрении.

2. Чем больше бедность и обособленность закрепляются в пространстве города в форме своего рода гетто, тем острее становится ощущение небезопасности и социального риска, и тем отчетливее проявляется у среднего и высшего класса стремление отдалиться, «спрятаться», защитить себя от физической угрозы или снижения социального статуса в неблагоприятной социальной среде.

3. Социально-имущественное смешивание должно активно внедряться для корректировки той практики территориального формирования жилища, которая складывается в результате стихийного действия свободных рыночных сил.

4. Проектирование районов смешанной застройки должно обеспечивать равенство всех жителей, независимо от типа владения и имущественного состояния.

5. Социальное жилье должно соответствовать требованиям не только различных социальных классов, но и различных социальных категорий, которые должны учитывать методы проектирования жилья для людей с ограниченными возможностями, пожилых и инвалидов.

6. Предметом профессионального внимания градостроителей должна стать планировочная структура жилой застройки: типы жилой застройки, функционально-пространственная структура жилого квартала, размещение и типы предприятий культурного-бытового обслуживания, организация движения пешеходов и транспорта, благоустройство территории общего пользования.

7. Эффективность градостроительного управления зависит от дифференциации технико-экономических показателей жилого фонда при различных сценариях заселения территорий смешанной застройки, адаптивных нормативов для районов интегрированной застройки, методики формирования ценовой политики коммерческого жилья с учетом факторов, повышающих его ценность.

### Список литературы

1. Грац Р. Город в Америке: жители и власти. – М.: «Издательство Лады», Академия городской среды, 1995.
2. Кияненко К.В. Введение в проблематику современного рыночного жилища: Учебное пособие для архитектурных и строительных специальностей вузов. – Вологда: ВоГТУ, 2002.
3. Крашенинников А.В. Градостроительное развитие жилой застройки: исследование опыта западных стран: Учеб. пособие. – М.: Архитектура ЗС, 2005.
4. Свенссон Р. Социальное планирование в градостроительной практике / Пер. со швед. В.Н. Максимова. – М.: Стройиздат, 1991.
5. Atkinson R. Opportunities and despair – it's all in there: Practitioner experiences and explanations of area effects and life chances / Kintrea K. // *Sociology*, 2004.
6. Hills J. *New Inequalities: The Changing Distribution of Income and Wealth in the United Kingdom*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
7. Meen G., Gibb K., Goody J., McGrath T., Mackinnon J. *Economic Segregation in Britain: Causes, Consequences and Policy*. – York: Joseph Rowntree Foundation, 2005.
8. Office of the Deputy Prime Minister (ODPM). *Planning for Housing Provision: Consultation Paper for Proposed Changes to PPG3: Housing*. – London: ODPM, 2005.
9. Silverman E., Lupton R., Fenton A. *Mixed and Balanced Communities? Attracting and Retaining Families in Inner City Mixed Income Housing*. – Coventry: Chartered Institute of Housing and Joseph Rowntree Foundation, 2005.
10. Stephens M., Whitehead C., Munro M. *Lessons from the Past, Challenges for the Future of Housing Policy*. – London: Office of the Deputy Prime Minister, 2005.
11. Tunstall R., Fenton A. *In the Mix: Mixed Income, Mixed Tenure, Mixed Communities: What Do We Know? A Review of the Evidence*. – London: Housing Corporation, English Partnerships, Joseph Rowntree Foundation, 2006.

**Khegay I.V.** – post-graduate student

E-mail: khegay@list.ru

**Moscow Architectural Institute (State Academy)**

The organization address: 107031, Russia, Moscow, Rozhdestvenka st., 11

### **Urban planning techniques of formation of socially integrated complexes of residential development**

#### **Resume**

An important dimension of strategy of organization of socially integrated areas is the need to create mixed income communities which successfully integrate different housing types, sizes and tenures in areas with good links to the surrounding urban fabric and which provide access to the full range of services, facilities and jobs.

Disintegration of society is a consequence of spatial segregation, the uneven development of urban infrastructure and shortages in some quarters, the state of the housing stock and, mainly, by the desire of the citizens themselves.

In addition, the neighborhood is considered an important factor in assessing the prospects of investments – value of the inherited property, prestige residence, near schools with a good reputation, etc. To care for the social well-being added to the rejection of efforts to establish contact with the population, estimated as «alien».

A central aim of this guide is to show the extent to which achieving mixed income developments is an important prerequisite for sustainable communities.

**Keywords:** segregation, socially integrated, urban complexes, residential area, mixed area.

#### **References**

1. Grac R. City in America: the people and the government. – M.: «Izdatelstvo Ladya», Akademiya gorodskoy sredi, 1995.
2. Kiyanenko K.V. Introducing the modern housing market: a manual for architects and building specialties. – Vologda: VoGTU, 2002.
3. Krashennikov A.V. Urban development of residential development: a study of the experience of Western countries: tutorial. – M.: Arhitectura 3C, 2005.
4. Svensson R. Social planning in urban planning practice / Per. so shved. V.N. Maksimova. – M.: Stroyizdat, 1991.
5. Atkinson R. Opportunities and despair – it's all in there: Practitioner experiences and explanations of area effects and life chances / Kintrea K. // Sociology, 2004.
6. Hills J. New Inequalities: The Changing Distribution of Income and Wealth in the United Kingdom. – Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
7. Meen G., Gibb K., Goody J., McGrath T., Mackinnon J. Economic Segregation in Britain: Causes, Consequences and Policy. – York: Joseph Rowntree Foundation, 2005.
8. Office of the Deputy Prime Minister (ODPM). Planning for Housing Provision: Consultation Paper for Proposed Changes to PPG3: Housing. – London: ODPM, 2005.
9. Silverman E., Lupton R., Fenton A. Mixed and Balanced Communities? Attracting and Retaining Families in Inner City Mixed Income Housing. – Coventry: Chartered Institute of Housing and Joseph Rowntree Foundation, 2005.
10. Stephens M., Whitehead C., Munro M. Lessons from the Past, Challenges for the Future of Housing Policy. – London: Office of the Deputy Prime Minister, 2005.
11. Tunstall R., Fenton A. In the Mix: Mixed Income, Mixed Tenure, Mixed Communities: What Do We Know? A Review of the Evidence. – London: Housing Corporation, English Partnerships, Joseph Rowntree Foundation, 2006.



УДК 699.86; 536.3

Енюшин В.Н. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: enjushin@gmail.com

Крайнов Д.В. – ассистент

E-mail: dmitriy.kraynov@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

## **О влиянии излучательной способности поверхности исследуемого объекта на точность измерения температур при тепловизионном обследовании**

### **Аннотация**

Решение задач по оценке технического состояния строительных ограждающих конструкций и энергетического оборудования в значительной степени связано с внедрением эффективных методов инструментального контроля, и в частности, теплового метода неразрушающего контроля – ИК-диагностики.

Ниже рассмотрены основные положения по проведению тепловизионной диагностики и основные факторы, влияющие на точность измерений. Приведены результаты проведенной ИК-диагностики различных объектов.

**Ключевые слова:** излучательная способность, тепловизионное обследование, ИК-диагностика, неразрушающий контроль, инфракрасная техника.

Проблема энергосбережения в энергетическом и строительном секторе экономики России приобретает все большую актуальность. В связи с этим широкое применение получают приборы инфракрасной техники (ИКТ), еще десять лет назад тепловизор воспринимался как некая диковинная игрушка, а сегодня подобные приборы имеются практически на всех предприятиях энергетики. Однако зачастую недостаточная подготовка персонала, работающего с приборами ИКТ, приводит к ошибочным выводам о состоянии объекта исследования.

При проведении инфракрасного обследования существенное значение имеет выявление и устранение систематических и случайных погрешностей, оказывающих влияние на результаты измерения.

Систематические погрешности заключены в конструкции измерительного прибора, а также зависят от его выбора в соответствии с требованиями к совершенству измерения (разрешающей способности, поля зрения и т.п.).

Случайными погрешностями, возникающими при проведении ИК-контроля, могут являться: воздействие солнечной радиации, выбор излучательной способности, метеорологические условия: ветер, атмосферные осадки и др.

Одним из самых существенных факторов, влияющих на точность измерения температуры, является излучательная способность поверхности исследуемого объекта.

Коэффициент излучения материала в общем виде зависит от длины волны, температуры и угла наблюдения поверхности контролируемого объекта. Для металлов коэффициенты излучения постоянны в интервале углов наблюдения (0-40) градусов, для диэлектриков – в интервале углов (0-60) градусов. За пределами этих значений коэффициент излучения быстро уменьшается до нуля при направлении наблюдения по касательной.

Так, при длине волны излучения 10 мкм при наблюдении по нормали вода близка к абсолютно черному телу, а при наблюдении по касательной становится зеркалом  $E \rightarrow 0$ .

Обычно коэффициент излучения зависит от состояния поверхности. Поскольку исследуемый объект может включать в себя несколько компонентов из разнородных материалов, поверхности которых могут быть окрашены, иметь окисные пленки или разную степень обработки поверхности, т.е. различные коэффициенты излучения, при инфракрасном контроле могут возникнуть предположения о перегревах на участках с повышенными коэффициентами излучения.

В том случае, если коэффициент излучения контролируемого объекта известен, его фактическая температура может быть определена по формуле:

$$T_{\text{ФАКТ}} = \frac{T_{\text{РАД}}}{\sqrt[4]{E}},$$

где  $T_{\text{рад}}$  – радиационная температура, измеренная ИК-прибором;  $E$  – коэффициент излучения контролируемой поверхности.

Для наглядной иллюстрации влияния излучательной способности исследуемой поверхности на точность измерения температуры автором было проведено термографирование цилиндрической емкости из шлифованной нержавеющей стали, заполненной горячей водой. Очевидно, температура поверхности емкости должна быть очень близка к температуре воды, а судя по термограмме она значительно ниже: всего лишь около 40°C, против почти 90°C на поверхности воды (рис. 1). Здесь же можно отследить влияние угла наблюдения: с увеличением отклонения от вертикали температура поверхности воды «снизилась» почти на 4°C.

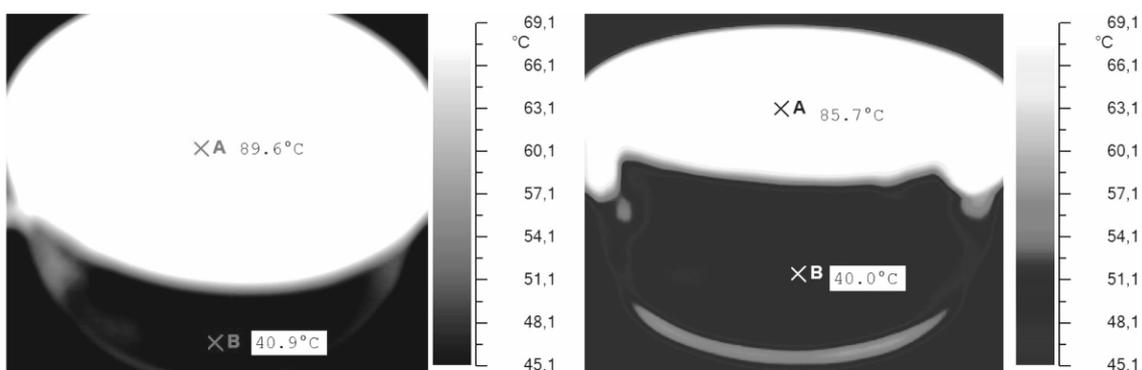


Рис. 1. Термограмма емкости, заполненной водой

В ряде случаев приходится сталкиваться с возможностью получения ошибочных результатов из-за отражения теплового излучения. На приведенной термограмме (рис. 2) отчетливо видны отражения силуэтов операторов на оконном стекле, причем их яркостная температура выше температуры стекла на 1,5-1,6°C.

Еще большее влияние могут оказать отопительные приборы, лампы освещения и другие нагретые предметы. В результате термографическая съемка может показать горячую точку (пятно), хотя в действительности это просто тепловое отражение. Поэтому рекомендуется в подобных случаях производить ИК-обследование объекта под различными углами зрения и изменением местоположения оператора с ИК-прибором. При необходимости на время измерения отключается освещение объекта и т.п.

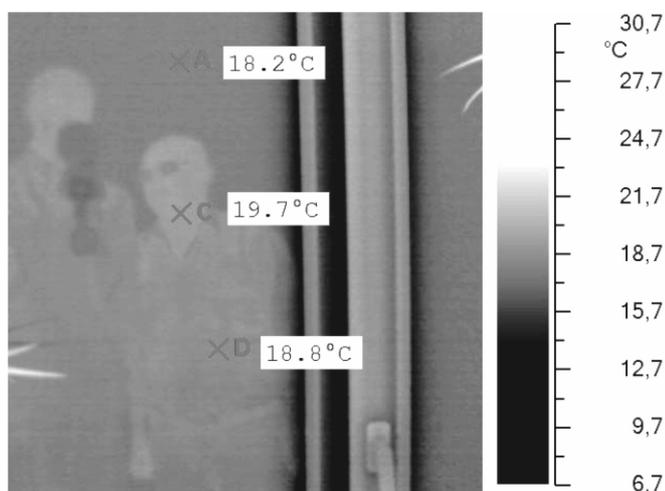


Рис. 2. Отражение операторов на термограмме окна

При ИК-диагностике на открытом воздухе источниками погрешности могут быть метеорологические условия: ветер, атмосферные осадки, но основным фактором является прямая и отраженная солнечная радиация, а также рассеянное излучение и излучение источников искусственного освещения.

Влияние отраженного излучения тем больше, чем меньше излучательная способность объекта. В ряде зарубежных публикаций было отмечено, что длинноволновые (8-12 мкм) тепловизионные системы предпочтительнее для диагностики. Основанием для этого утверждения явились отчеты по испытаниям, которые проводились многими пользователями, применявшими обычные коротковолновые (2-5 мкм) системы, имеющие проблемы с солнечным отражением и поглощением атмосферы.

Легко отметить эти проблемы, когда используются разнородные системы: длинноволновые ИК-системы менее чувствительны к солнечному отражению, чем коротковолновые.

Хотя солнечная радиация присутствует в обоих диапазонах, ее количество значительно различается и дает наибольшие проблемы в коротковолновом диапазоне. Согласно функции Планка, пик энергии ИК-излучения объекта по мере увеличения температуры смещается в коротковолновый диапазон.

Как видно из кривых излучения черного тела на рис. 3, иллюстрирующих функцию Планка, пиковая энергия, излучаемая объектом при температуре окружающей среды 27°C, попадает приблизительно на 10 мкм, а пиковая энергия, излучаемая солнцем (5727°C) и соответственно отражаемая поверхностью исследуемого объекта, падает приблизительно на 0,5 мкм.

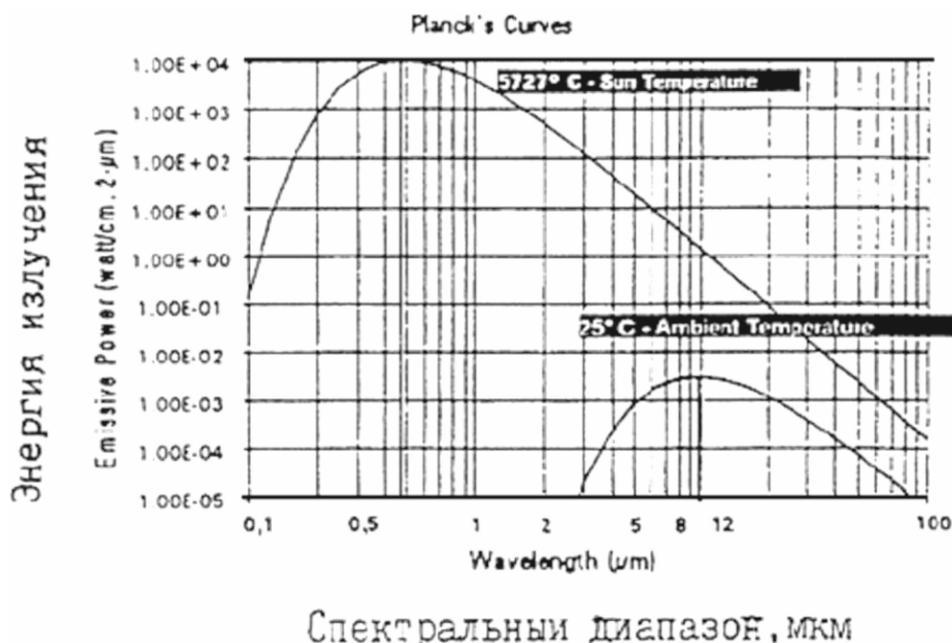


Рис. 3. Спектральное распределение поверхностной плотности потока излучения черного тела (закон Планка)

Интегрируя область под кривыми, можно определить коэффициент контрастности между солнечным излучением и излучением объекта при температуре окружающей среды. В этом примере коэффициент контрастности в 1200 раз больше в коротковолновом диапазоне, чем в длинноволновом.

Как результат такого различия, операторы часто видят коротковолновыми системами «фальшивые» горячие точки, когда осматривают металлические или керамические конструкции в солнечных условиях.

Отметим, что длинноволновая область свободна от интерференции в атмосфере, в то время как коротковолновая область значительно поглощает волны 2,7 и 4,3 мкм.

Длинноволновые системы «обрабатывают» 99 % инфракрасного излучения объекта в данной области спектра, в то время как коротковолновые – 83 %.

При увеличении расстояния, окружающей температуры или влажности среднее излучение для обоих диапазонов уменьшается пропорционально.

Сокращение энергии, поступающей к ИК-системе из-за атмосферного влияния, ведет к потере чувствительности и точности измерений. Таким образом, длинноволновые системы менее подвержены влиянию атмосферы, чем коротковолновые.

При проведении ИК-диагностики на ТЭЦ авторами был обнаружен характерный пример влияния излучательной способности поверхности исследуемого объекта на точность измерения температуры (рис. 4).

Значительное понижение температуры ( $72,6^{\circ}\text{C}$ ) в рассмотренной области по сравнению со средней температурой ( $78,5^{\circ}\text{C}$ ) связано с тем, что фланец практически по всей длине имеет отполированные блестящие области. В данных местах коэффициент излучения металла становится значительно ниже. Таким образом, «понижение» температуры не связано с каким-либо дефектом.

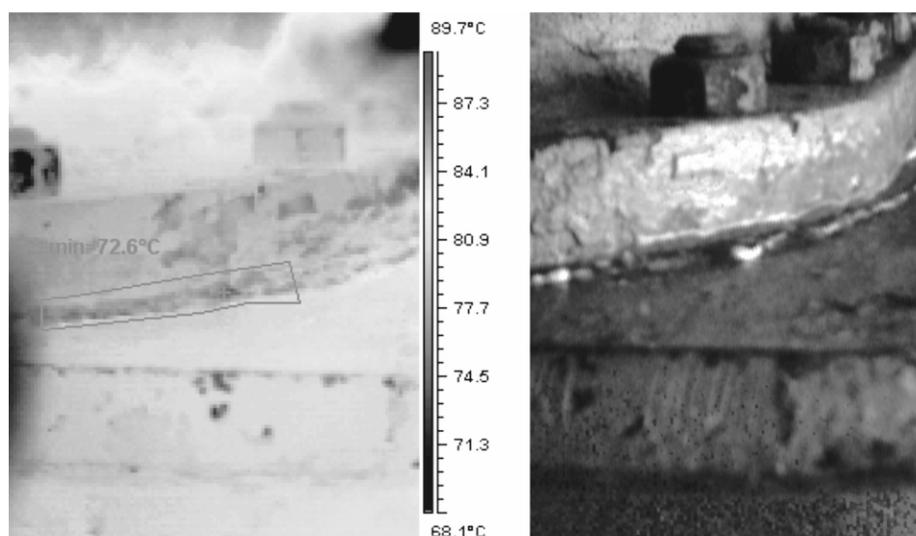


Рис. 4. Термограмма фланцевого соединения

К сожалению, большинство пользователей приборов ИКТ игнорируют столь существенное влияние излучательной способности поверхности объекта исследования. Очевидно, именно поэтому часто приходится слышать, что при тепловизионной диагностике можно получить любые, в том числе и взаимоисключающие результаты.

Таким образом, современные тепловизоры позволяют достаточно легко получить картину распределения так называемых радиационных температур, однако для определения действительных температур необходимо учитывать влияние состояния атмосферы, солнечной радиации и особенно излучательной способности исследуемой поверхности.

#### Список литературы

1. Козлов В.К., Енюшин В.Н. Термографическое обследование котельных агрегатов // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2005, № 3-4. – С. 101-104.
2. Енюшин В.Н., Камалтдинова Э.М. Термографическое обследование каркасного дома // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 86-93.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России // Вестник МГСУ, 2011, № 3, т. 1. – С. 192-200.
4. Левин Е.В., Окунев А.Ю. К вопросу об определении распределения температур на поверхности строительных объектов тепловизионным методом // Вестник МГСУ, 2011, № 3, т. 1. – С. 245-256.

5. ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.
6. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
7. ИСО 6781-83 Теплоизоляция. Качественное выявление теплотехнических нарушений в ограждающих конструкциях. Инфракрасный метод.
8. ВСН 43-96 Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров.

Enyushin V.N. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: enyushin@gmail.com

Kraynov D.V. – assistant

E-mail: dmitriy.kraynov@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### **Influence of the emissivity of the surface of the prototype system on the accuracy of temperature measurement in the thermovision inspection**

#### **Resume**

The technical state assessment of building enclosures and power engineering equipment is considerably connected with the introduction of effective methods of instrument inspection, particularly with that of the thermal nondestructive testing method – the infrared diagnostics.

The article considers the guidelines for the carrying out of the thermal imaging diagnostics and the basic factors influencing the accuracy of measurements are distinguished: solar radiation, the choice of emissivity, environmental conditions (wind, atmospheric precipitation). The emissivity factor of the surface of the prototype system exerts the most significant influence on the reliability of the temperature measurements. The accuracy of measurements is also influenced by the choice of the spectral range, in which the infrared device is operating. When measuring in the open air it is more preferable to use the long wavelength (8-12 microns) thermal imaging systems, since they are more sensitive to the direct and reflected solar radiation, as well as the diffuse solar radiation and the emission of artificial lighting sources, than the short wavelength (2-5 microns) ones. The presented thermographs of different objects illustrate the areas, the measured brightness temperatures of which are evidently overrated or underrated as compared to the true temperatures.

**Keywords:** emissivity, thermovision inspection, infrared diagnostics, non-destructive testing, infrared technology.

#### **References**

1. Kozlov V.K., Enyushin V.N. Thermographic inspection of boiling units // News of Higher Educational Institutions. Problems of Power Engineering, 2005, № 3-4. – P. 101-104.
2. Enyushin V.N., Kamaltdinova E.M. Thermographic inspection of the frame house // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 86-93.
3. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Prospects of increasing of energy efficiency of residential buildings in Russia // Vestnik MGSU, 2011, № 3, Volume 1. – P. 192-200.
4. Levin E.V., Okunev A.Yu. The determination of the temperature distribution on the surface of buildings by the use of the thermal imaging method // Vestnik MGSU, 2011, № 3, Volume 1. – P. 245-256.
5. GOST 26629-85 Buildings and structures. The method of heat monitoring of the thermal insulation quality of building enclosures.
6. SNiP 23-02-2003 Thermal shielding of buildings.
7. ISO 6781-83 Insulation. Qualitative detection of thermotechnical irregularities in building enclosures. Infrared method.
8. VSN 43-96 Industrial construction standards for the thermotechnical surveys of the exterior building enclosures with the use of the small-size thermal imaging device.

УДК 624.04

Ерышев В.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: gsx@tltsu.ru

Латышева Е.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: p-tata@mail.ru

Ключников С.В. – магистр

Седина Н.С. – магистр

Тольяттинский государственный университет

Адрес организации: 445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14

## К построению диаграмм циклического нагружения бетона при одноосном сжатии

### Аннотация

В настоящей работе в рамках кратковременных моделей деформирования бетона предлагается методика описания диаграмм циклического нагружения бетона напряжениями сжатия. Рассматривается два типа режимных диаграмм малоциклового нагружения: с непрерывными изменяющимися от цикла к циклу уровнями напряжений и с постоянными уровнями напряжений при полной разгрузке. Методика строится с учетом общих закономерностей деформирования бетона при повторных нагрузках, которые отмечаются в экспериментальных исследованиях многих авторов.

**Ключевые слова:** диаграммы циклического нагружения, напряжения, деформация, огибающая кривая, предел общих точек.

Диаграммы деформирования бетона, связывающие относительные деформации с напряжениями « $\varepsilon_b - \sigma_b$ » при циклических нагружениях напряжениями сжатия и растяжения, привлекают к себе внимание исследователей, особенно в последнее время. Они важны как с точки зрения непосредственного применения в расчетах бетонных и железобетонных конструкций (в основном стержневых), так и построения более общих моделей деформирования бетона при повторных нагрузках, когда временная нагрузка периодически снимается и прикладывается вновь через определенный промежуток времени. Кроме того, моделирование поведения конструкций с учетом действия нагрузок, изменяющихся по некоторым циклическим закономерностям, является первым и необходимым шагом на пути перехода к расчетам конструкций на динамические, в том числе сейсмические нагрузки, с учетом физической нелинейности и трещинообразования.

В настоящей работе предлагается модель описания диаграмм циклического нагружения бетона « $\varepsilon_b - \sigma_b$ » напряжениями сжатия, базой построения которой служат результаты исследований диаграмм при кратковременных испытаниях бетонных элементов (нагружение статической нагрузкой ступенями в пределах 60 мин при одноосном сжатии до вершины диаграммы и столько же при полной разгрузке). Такие диаграммы в работе [1] приняты за некоторые исходные диаграммы (рис. 1а). Отдельные параметры диаграмм циклического нагружения с накоплением опытных данных могут уточняться с учетом режима изменения скорости роста напряжений и деформаций в процессе испытания опытных образцов. Однако в кратковременных моделях диаграмм время действия напряжений в явном виде не вводится, а нелинейные свойства бетона в связях « $\varepsilon_b - \sigma_b$ » устанавливаются с помощью коэффициента упругости  $\nu_b$ . При центральном сжатии диаграмма деформирования бетона в рамках этой модели представляется в виде:

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b \nu_b}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_b, \sigma_b, E_b$  – соответственно, относительные деформации, напряжения, модуль упругости бетона;  $E_b \nu_b = E_c$  – секущий модуль.

Линейные диаграммы состояния бетона (трехлинейные и двухлинейные) предполагают, что ветви разгрузок и повторных нагрузок совпадают и находятся на одной прямой линии. Кратковременная модель и методика вычисления коэффициента упругости  $\nu_b$ , в редакции [1], в том числе при циклических нагрузках, позволяет сохранить не только методическое единство, но и учесть общие характерные особенности деформирования

бетона, наблюдаемые в экспериментах, а именно: накопление остаточных деформаций с ростом числа циклов; изменение кривизны диаграммы на отрезках (ветвях) повторных нагружений (от выпуклости к оси деформаций на низких уровнях напряжений до выпуклости к оси напряжений с их увеличением); сохранение односторонней выпуклости на ветвях разгрузки в сторону оси деформаций; влияние циклического нагружения на прочность бетона как в сторону увеличения после циклического нагружения до средних уровней напряжений, так и снижения после высоких уровней.

Рассматривается двухветвевая диаграмма деформирования бетона при сжатии (эталонная [1]), которая строится при режиме испытаний с постоянными скоростями роста деформации (рис. 1а). Исходными параметрами для ее построения в рамках кратковременной модели являются:  $\hat{\sigma}_b$  – предельные напряжения в вершине диаграммы;  $\hat{\epsilon}_b$  – деформации в вершине диаграммы;  $E_b$  – модуль упругости бетона. Нисходящая ветвь ограничивается уровнем напряжений  $\sigma_{bn} = 0,6\hat{\sigma}_b$  и максимальными деформациями  $\epsilon_{bn}$ . Принимается, что после этого уровня напряжений нисходящая ветвь представляет ветвь деформирования отдельных частей раздробленного бетона. Можно допустить, что ветви диаграммы ограничивают область режимных диаграмм, изменяющихся по некоторым циклическим закономерностям с разрушением на нисходящей ветви. Однако экспериментальные исследования при циклических нагружениях свидетельствуют, что вблизи вершины диаграммы и особенно на нисходящей ветви процесс образования и развития микротрещин более значителен, на что оказывают влияние и предшествующие циклы нагружения.

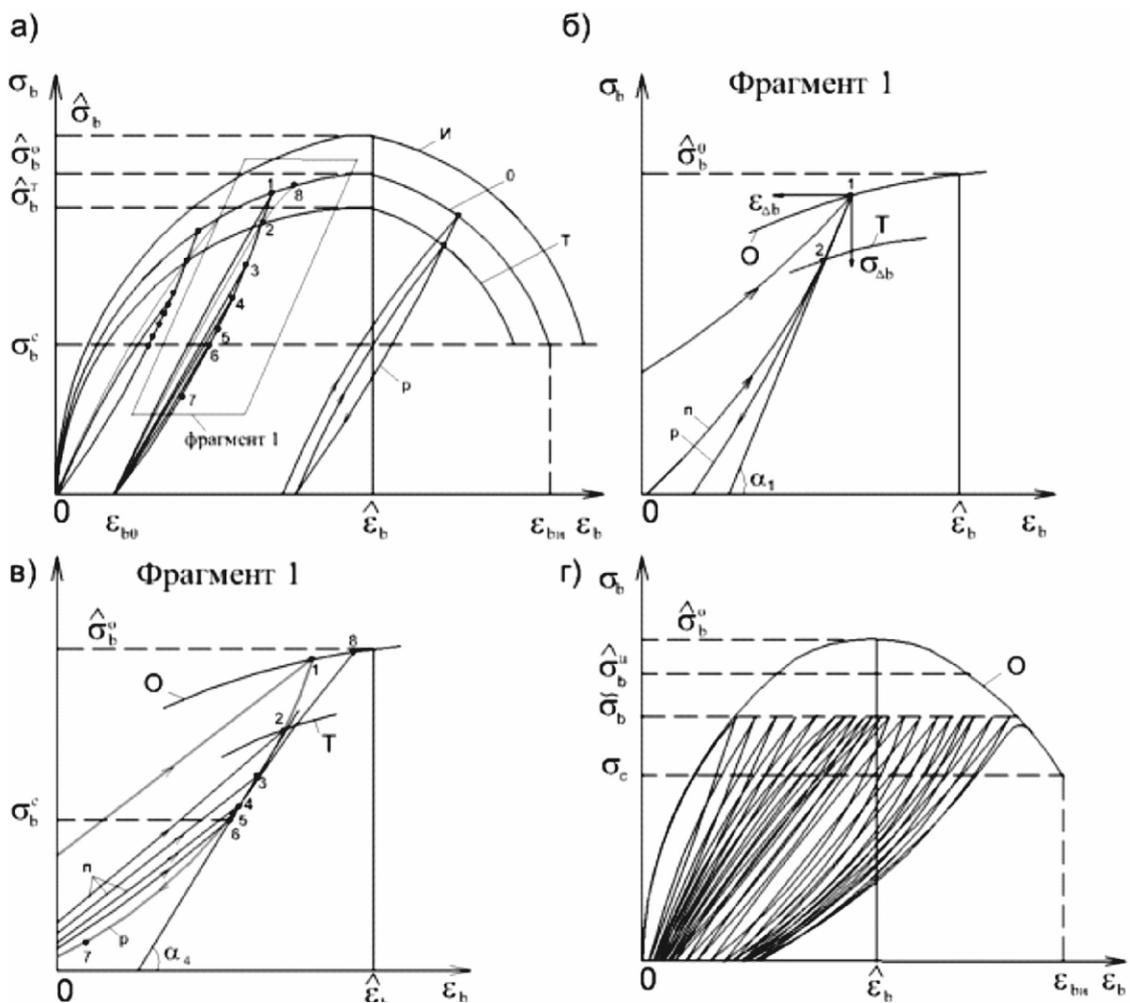


Рис. 1. К построению диаграмм деформирования бетона при циклических нагружениях напряжениями сжатия; И – исходная диаграмма статического напряжения бетона на сжатие; О – обобщенная огибающая кривая; Т – кривая предела общих точек; р – ветви разгрузки; п – ветви повторных нагружений

Многие зарубежные авторы (Sinha, Horishima, Karsan, Tanigawa и другие) единодушно утверждают, что независимо от истории нагружения, существует некоторая обобщенная огибающая кривая, которая связывает начальные точки кривых разгрузки и концы кривых повторного нагружения диаграммы « $\varepsilon_{bu} - \sigma_{bu}$ » и по форме соответствует монотонной диаграмме статического нагружения, однако уменьшаются напряжения в вершине диаграммы  $\hat{\sigma}_b^0$ , а нисходящая ветвь становится значительно круче и  $\varepsilon_{bu}$  уменьшаются (по некоторым данным  $\hat{\sigma}_b^0 = (0,85 \div 0,9)\hat{\sigma}_b$ ;  $\varepsilon_{bu} = 1,5\varepsilon_b$ ). Утверждение не соответствует опытным данным об упрочнении бетона после циклических нагрузок на низких уровнях напряжений, однако при описании реального деформирования «волокон» бетона в конструкциях с учетом нарушения структуры ближе к поверхности, усадке бетона и т.д. огибающую кривую можно использовать в расчетах, а эффект упрочнения учитывать дополнительно. Связь между напряжениями и деформациями при этом представляется в виде (1), корректируется в редакции [1] значения  $\nu_b$ , где вместо  $\hat{\sigma}_b$  представляется  $\hat{\sigma}_b^0$ , значение  $\hat{\varepsilon}_b$  и  $E_b$  остаются без изменения. Отметим, что, изменяя параметры в вершине диаграммы по этой методике можно построить любую огибающую кривую (принцип подобия).

Рассматривается два типа режимных диаграмм [1] кратковременных циклов одноосного сжатия: с непрерывными изменяющимися от цикла к циклу уровнями напряжений (рис. 1а, б, в) с полной разгрузкой (веревочная диаграмма) и постоянными уровнями напряжений с полной разгрузкой (рис. 1г). Могут быть различные комбинации режимов нагружения двух типов или группа циклов одного уровня сменяется на группу циклов более высокого уровня или более низкого уровня и т.д.

Для описания режимных диаграмм отметим следующее свойство бетона: если бетон нагружать при постоянном уровне деформаций, то с каждым последующим циклом уровни напряжений при достижении этих деформаций уменьшаются (свойство стабильности). На этом свойстве основывается принцип «общих точек», который можно сформулировать следующим образом: каждая ветвь разгрузки может иметь хотя бы одну точку пересечения с ветвью нагрузки следующего цикла. У веревочной диаграммы (рис. 1а), точки разгрузки которой находятся на огибающей кривой, массив общих точек можно объединить одной огибающей [3] кривой с вершиной при  $\hat{\sigma}_b^m$  ( $\varepsilon_b = \hat{\varepsilon}_b$ ) и нисходящей ветвью (по опытным данным  $\hat{\sigma}_b^m = 0,8 \hat{\sigma}_b$ ). Для каждой ветви разгрузки этой веревочной диаграммы общая точка принимает возможное максимальное значение, поэтому обобщенная огибающая кривая общих точек является верхним пределом общих точек. Диаграмма общих точек строится по аналогии с исходной диаграммой с назначением для выражений  $\nu_b$  в редакции [1] напряжений в вершине диаграммы: вместо  $\hat{\sigma}_b$ , соответственно,  $\hat{\sigma}_b^m$ . Для построения методики описания ветвей разгрузок и повторных нагружений принимаются некоторые допущения, которые согласуются с опытными данными.

Кривая разгрузки первого и последующих циклов с любого уровня напряжений строится в приращении напряжений  $\Delta\hat{\sigma}_b$  и деформаций  $\Delta\hat{\varepsilon}_b$  с учетом ее нелинейности [2] в новой системе координат, начало координат которой находится в вершине цикла, а оси  $\varepsilon_{\Delta b}$  и  $\sigma_{\Delta b}$  направляются в противоположном направлении исходным осям  $\varepsilon_b$   $0\sigma_b$  (например,  $\varepsilon_{\Delta b}$   $1\sigma_{\Delta b}$  рис. 1б, фрагмент 1). Форма кривой разгрузки определяется величиной остаточных деформаций при полной разгрузке. Если разгрузка неполная, то задается минимальный уровень напряжений  $\hat{\sigma}_b$  (например, т. 7 рис. 1а, в) и по формуле (1) вычисляется соответствующее значение деформаций  $\hat{\varepsilon}_b$ . Выражение для  $\nu_b$  конструируется таким образом, чтобы кривая разгрузки прошла через три точки: вершину диаграммы (максимальный уровень напряжений на начало разгрузки), общую точку и остаточные деформации  $\varepsilon_{b0}$  при полной разгрузке. Величина остаточных деформаций определяется из выражения (2), начальный модуль деформаций  $\hat{E}_{b0}$  находится через угол наклона прямой к оси  $\varepsilon_{\Delta b}$ , проходящей через две точки: в вершине диаграммы и общую точку. Исходя из принципа «общих точек», такое построение обеспечивает уменьшение жесткости элемента с ростом числа циклов и увеличения уровня напряжения.

Принимается, что координаты общей точки не зависят от уровня минимальных напряжений в цикле (линии 7-2 и  $\varepsilon_{\Delta b} - 2$  на рис. 1б, фрагмент 1 проходят через одну т. 2).

На основании свойства стабильности и принципа «общих точек» каждая кривая разгрузки может иметь не одну, а массив общих точек (2, 3, 4, 5, 6 рис. 1 а, в), которые

являются вершинами последующих циклов. С каждым последующим циклом, если деформации не превышают их значений, ограниченные кривой разгрузки, максимальные напряжения уменьшаются и достигают предела с уровнем напряжений  $\sigma_b^c$  (предела стабильности). Принимается, что величина остаточных деформаций при полной разгрузке  $\varepsilon_{b0}$  не зависит от уровня напряжений в общих точках на кривой разгрузки (принцип максимальной повреждаемости).

Массив общих точек на кривой разгрузки является местом перегиба кривых повторного нагружения: до этих уровней напряжений, после многократных циклов, кривая повторного нагружения текущего цикла имеет выпуклость к оси деформаций (модуль деформаций весьма мал, теряется физический смысл  $\nu_b$ ) с увеличением уровня напряжений этого же цикла – выпуклость в сторону оси напряжений. В указанных точках тангенс угла наклона к оси деформаций достигает максимального значения. По мнению автора работы [4], целесообразно в расчетах принимать значение модуля деформаций  $\vec{E}_b$  численно равным тангенсу угла наклона касательной именно в точке перегиба кривой повторного нагружения. В этих точках, во-первых, обе части кривой – как нижняя, так и верхняя – имеют общую касательную, и, во-вторых, значение модуля деформаций максимально. Например, на четвертом цикле при  $\sigma_b > \sigma_{b4}$  ветвь нагрузки имеет общую касательную в т. 4, угол наклона которой  $\alpha_4$  определяет модуль деформаций для участка ветви 4-8. Если важно подчеркнуть падение жесткости в начале нагружения, то до точек перегиба участки ветвей нагрузок и разгрузок совпадают, а затем вводится новый модуль деформаций и восходящая ветвь описывается известным образом.

Рассмотрим циклические циклы нагружения с постоянными уровнями напряжений (рис. 1г) и полной разгрузкой в циклах как частный случай режимных нагружений с коэффициентом асимметрии в циклах  $\rho = 0$  ( $\rho = \tilde{\sigma}_{mi}/\tilde{\sigma}_{max}$ , где при полной разгрузке  $\tilde{\sigma}_{min} = 0$ ).

Устанавливается уровень напряжений  $\sigma_b^c$  (по аналогии с пределом стабильности для общих точек), в пределах которого при любых режимах нагружения происходит стабилизация роста деформаций в вершинах циклов  $\tilde{\varepsilon}_b$  и остаточных  $\varepsilon_{b0}$ . Это максимальный уровень напряжений, который вызывает разрушение образца при базовом числе циклов и назначается на основании характеристик цикла. Так, в работе [5] за базовое число циклов рекомендуется принимать 2 млн. циклов, промышленных и транспортных железобетонных конструкций, а при  $\rho = 0$ , соответственно,  $\sigma_b^c = 0,6 \tilde{\sigma}_b$  (при  $\rho = 1$  многие авторы приравнивают  $\sigma_b^c$  к длительной прочности бетона и принимают  $\sigma_b^c = 0,85 \hat{\sigma}_b$ ).

С ростом уровня напряжений при  $\sigma_b > \sigma_b^c$  количество циклов нагружения до разрушения уменьшается и оно наступает при достижении максимальных деформаций на ниспадающей ветви огибающей диаграммы (рис. 1г). Допускается, что при режимах нагружения с постоянными скоростями существует максимальный уровень циклических напряжений (предел циклического нагружения)  $\hat{\sigma}_b^c$ , когда бетон еще оказывает сопротивление до достижения деформаций на ниспадающей ветви (по некоторым данным  $\hat{\sigma}_b^u = 0,83 \hat{\sigma}_b$ ). Следует отметить, что если изменить режим нагружения на режим с постоянными скоростями роста напряжений, то разрушение наступит на восходящей ветви диаграммы, причем значение предельных напряжений зависит от уровня циклических нагружений [2].

Для построения диаграмм циклического нагружения с постоянной амплитудой напряжений  $\tilde{\sigma}_b$  используется принцип подобия для огибающих кривых: для уровня напряжений  $\tilde{\sigma}_b$  назначается вершина кривой общих точек ( $\tilde{\sigma}_b^m = 0,8 \tilde{\sigma}_b$ ), которая описывается уравнением (1). Методике описания диаграммы в такой конструкции соответствует закономерность: до  $\varepsilon_b \leq \tilde{\varepsilon}_b$  приращения деформаций с количеством циклов уменьшаются  $\Delta\varepsilon_{bi} < \Delta\varepsilon_{bi-1}$  (бетон уплотняется), при  $\varepsilon_b > \tilde{\varepsilon}_b$  наоборот  $\Delta\varepsilon_{bi} > \Delta\varepsilon_{bi-1}$ . Величина остаточных деформаций при полной разгрузке определяется как функция суммы деформаций в вершине цикла  $\tilde{\varepsilon}_{b1}$  на первом цикле и приращений деформаций  $\Delta\varepsilon_{bi}$  на последующих циклах в виде:

$$\varepsilon_{b0} = \kappa_y (\tilde{\varepsilon}_{b1} + \sum_{i=2}^n \Delta\varepsilon_{bi}), \quad (2)$$

где коэффициент  $\kappa_y$  зависит от режимов нагружения.

Для кратковременной модели по опытным данным  $\kappa_y = 0,2 \div 0,25$ . Если принять  $\tilde{\varepsilon}_b = 200 \times 10^{-5}$  и  $\varepsilon_{bu} = 300 \times 10^{-5}$ , то значения относительных деформаций  $\varepsilon_{b0}$ , соответственно, составят:  $\varepsilon_{b0} = (44 \div 50) \times 10^{-5}$  и  $\varepsilon_{b0} = (66 \div 75) \times 10^{-5}$ .

**Вывод:**

В рамках кратковременной модели предложена методика описания диаграмм циклического нагружения бетона напряжениями сжатия, которая учитывает основные закономерности изменения параметров в циклах, а результаты расчета соответствуют опытным данным.

**Список литературы**

1. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 412 с.
2. Ерышев В.А., Тошин Д.С. Диаграмма деформирования бетона при многократных повторных нагружениях // Известия вузов. Строительство, 2005, № 10. – С. 109-114.
3. Ерышев В.А., Латышев Д.И., Бондаренко А.С. К методике описания диаграммы малоциклового нагружения // Известия ОрелГТУ, 2009, № 1. – С. 22-28.
4. Маилян Л.Р., Беккиев М.Ю., Силь Г.Р. Работа бетона и арматуры при многократно повторных нагружениях. – Нальчик: Кабардино-Балкарский агромилиоративный институт, 1984. – 55 с.
5. Берг О.Я., Щербakov Е.Н., Писанко Г.Н. Высокопрочный бетон. – М.: Стройиздат, 1971. – 208 с.

Eryshev V.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: gsx@tltsu.ru

Latysheva E.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: p-tata@mail.ru

Klyuchnikov S.V. – magistrate

Gray N.S. – magistrate

Tolyatti State University

Address of organization: 445667, Russia, Tolyatti, Belorusskaia st., 14

**To creation of charts of cyclic loading of concrete at monoaxial compression****Resume**

In real conditions of reinforced concrete structures in the process of exploitation are subjected to re-loads, which qualitatively alter the character of the stress – strain state structures. Such kind of loading can be seen in the wind, snow, transport and technological construction and should be taken into account in the reconstruction of buildings and structures. If the modern theory of the calculation of reinforced concrete with cracks allows you to define deformative properties of the structures in a single loading up to destruction, the question of their change in not multiple re-loading is currently poorly understood and is not reflected in the normative documents. Lack of methods for description of the diagrams of deformation of concrete under cyclic loads restrains the development of methods of calculation of constructions under operating loads. In the present work the technique of description of the diagrams cyclic loading of concrete compression stresses, which takes into account the basic regularities of changes of parameters in cycles, and the results of calculations correspond to the experimental data.

**Keywords:** chart cyclic loading, stresses, deformation, envelope curve, the limit of common points.

**References**

1. Karpenko N.I. General models of mechanics of reinforced concrete. – M.: Stroyizdat, 1996. – 412 p.
2. Eryshev V.A., Toshin D.S. The chart of deformation of concrete at not repeated repeated loadings // News of HEI. Construction, 2005, № 10. – P. 109-114.
3. Eryshev V.A., Latyshev D.I., Bondarenko A.S. To the description of the diagram of low-cycle loading // proceedings of Voronezh state University, 2009, № 1. – P. 22-28.
4. Mailyan L.R., Bekkiyev M.Iu., Sil G.R. The work of the concrete and reinforcement when not repeatedly re-loading. – Nalchik: Kabardino-Balkar the agromeliorative Institute, 1984. – 55 p.
5. Berg O.Ia., Shcherbakov E.N., Pisanko G.N. High-strength concrete. – M.: Stroyizdat, 1971. – 208 p.

УДК 697.952

Куприянов В.Н. – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Сайфутдинова А.М. – ассистент

E-mail: adelyasaif@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 4200043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Статистический анализ годового хода располагаемого напора для оценки естественного воздухообмена жилых помещений

#### Аннотация

В работе выполнен статистический анализ годового хода температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра с точки зрения выявления реальной величины располагаемого напора для каждого месяца года для целей естественного воздухообмена жилых помещений. Приведен пример расчета годового хода располагаемого напора с учетом обоих побудителей естественного воздухообмена, а также определены реальные объемы приточного воздуха в жилые помещения.

**Ключевые слова:** температура воздуха, скорость ветра, направление ветра, располагаемый напор, естественный воздухообмен.

В соответствии с нормативными документами [1, 2] воздухообмен в жилых зданиях массовых серий организуется посредством естественной вытяжной канальной вентиляции. В качестве располагаемого напора, то есть побудителя естественной вентиляции, нормы учитывают только гравитационное давление (или тепловой напор), которое определяется разностью температур наружного и внутреннего воздуха. В этих расчетах принимают температуру внутреннего воздуха в помещениях ( $t_e$ ) как нормативное значение для холодного периода года, а температуру наружного воздуха ( $t_n$ ) принимают постоянной для всех сезонов года и равной  $+5^\circ\text{C}$ .

Ветер и ветровой напор, как побудитель естественного воздухообмена, действующие нормы не рассматривают. Хотя известно [3], что для условий Казани 83-94 % продолжительности года ветровой напор не просто присутствует, но и влияет на воздухообмен помещений (продолжительность штилей в Казани составляет 6-17 %). Многие ученые считают, что скорость и направление ветра оказывают более сильное воздействие на естественный воздухообмен зданий, нежели температура наружного воздуха [4]. По данным [5], при скорости ветра 4 м/с можно добиться 1,5 кратности воздухообмена (не учитывая тепловой напор).

В смежных нормативных документах по расчету воздухопроницаемости ограждающих конструкций и отопления зданий [1, 2, 6-13] скорость ветра учитывается наряду с температурой воздуха, что представлено в табл. 1.

Таким образом, для получения реальных значений годового хода располагаемого напора и реальных параметров естественного воздухообмена следует учитывать как тепловой, так и ветровой напоры.

Величина теплового напора ( $\Delta P_t$ ) зависит от разности плотностей или удельных весов наружного ( $\rho_n$  или  $\gamma_n$ ) и внутреннего ( $\rho_e$  или  $\gamma_e$ ) воздуха и расстояния от центра приточного отверстия до устья вытяжной шахты ( $h$ ):

$$\Delta P_t = hg(\rho_n - \rho_e), \text{ Па}, \quad (1)$$

$$\Delta P_t = h(\gamma_n - \gamma_e), \text{ Па}, \quad (2)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

Для оценки изменчивости теплового напора в течение года необходим статистический анализ температуры наружного воздуха.

Ветровой напор, или давление ветра на здание ( $\Delta P_v$ ), представляет собой произведение скоростного напора ( $\rho_n v^2/2$ ) на аэродинамический коэффициент ( $k$ ):

$$\Delta P_v = k \frac{\rho_n v^2}{2}, \text{ Па}, \quad (3)$$

где  $v$  – скорость ветра, м/с.

Изменчивыми параметрами в этой формуле являются плотность воздуха  $\rho_n$ , которая зависит от температуры наружного воздуха  $t_n$ , скорость и направление ветра  $v$ , а также аэродинамический коэффициент  $k$ , который зависит от формы здания, его параметров и угла между направлением ветрового потока и плоскостью фасада.

Таблица 1

**Сравнительные характеристики учета природно-климатических условий местности, регламентируемые строительными нормативными документами для учета различных тепло-воздухообменных процессов в помещении**

Тип расчета	Нормативный документ	Температура наружного воздуха, °С	Скорость ветра, м/с
Естественная вентиляция	– СНиП 2.08.01-89* «Жилые здания», 1999 г. [6]; – Справочное пособие к СНиП 2.08.01-89 «Отопление и вентиляция жилых зданий», 1990 г. [7]; – СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные», 2003 г. [1]; – СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование», 2000 г. [8]; – СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», 2004 г. [2]; – ТР АВОК-4-2004 «Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома», 2004 г. [9]; – СТО НП «АВОК» 2.1-2008 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена», 2008 г. [10]	+5	–
Расчет воздухопроницаемости	– СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», 2004 г. [11]; – СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», 2004 г. [12]	-32	5,7
	– СНиП П-3-79* «Строительная теплотехника», 1995 г. [13]	-32	5,7; для типовых проектов 5
Расход инфильтрующегося воздуха при проектировании систем отопления	СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование», 2000 г. [8]	теплый (А/Б) 22,8/27,3 холодный (А/Б) -18/-32	теплый 3,8 холодный 4
	СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», 2004 г. [2]	теплый (А/Б) 23,5/27,2 холодный (А/Б) -18/-32	теплый 3,8 холодный 5,7

### 1. Температура наружного воздуха. Тепловой напор.

Нормативные документы распространяют величину теплового напора, определенную при  $t_n = +5$  °С, на весь год, хотя из метеорологической информации известно, что эта

температура устойчиво сохраняется две-три недели. Например, для Казани, согласно [3], 194 дня (53 %) температура наружного воздуха ниже +5 °С, 37 дней в году температура наружного воздуха поднимается выше нормативных значений для жилых помещений.

Из этого следует, что одно значение расчетной температуры наружного воздуха для всех сезонов года не дает реальную характеристику естественного воздухообмена.

Температура наружного воздуха имеет ярко выраженные колебания суточного и годового циклов. Амплитуда суточных колебаний, например, для Казани, согласно [3], может изменяться от 5,2 до 11,9 °С в зависимости от месяца. Годовой ход среднемесячных температур изменяется от -13,5 °С в январе до +19,1 °С в июле.

Анализ годового хода температур наружного воздуха и зависимости располагаемого напора от этой температуры привел к необходимости введения ежемесячных расчетов располагаемого напора по среднемесячным значениям температур наружного воздуха. Такие расчеты для Казани представлены в табл. 2.

Таблица 2

Годовой ход температуры наружного воздуха и величины теплового напора для Казани  
(среднее по месяцам)

Показатели	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t_n$	-13,5	-13,1	-6,5	3,7	12,4	17,0	19,1	17,5	11,2	3,4	-3,8	-10,4
$\rho_n$	1,360	1,358	1,325	1,276	1,237	1,217	1,208	1,215	1,242	1,277	1,311	1,344
$\rho_n - \rho_e$	0,156	0,154	0,121	0,072	0,033	0,013	0,004	0,011	0,038	0,073	0,107	0,14
$g(\rho_n - \rho_e)$	<b>1,53</b>	1,51	1,187	0,706	0,324	0,128	<b>0,04</b>	0,108	0,373	0,716	1,05	1,373
$\Delta P_i$ при $h = 28,6$ м (1 эт.)	<b>43,76</b>	43,19	33,95	20,19	9,27	3,66	<b>1,14</b>	3,09	10,67	20,48	30,03	39,27
$\Delta P_i$ при $h = 15$ м (5 эт.)	<b>22,95</b>	22,65	17,81	10,59	4,86	1,92	<b>0,60</b>	1,62	5,59	10,74	15,75	20,59
$\Delta P_i$ при $h = 4,3$ м (9 эт.)	<b>6,58</b>	6,49	5,10	3,04	1,39	0,55	<b>0,17</b>	0,46	1,60	3,08	4,51	5,90

В табл. 2 представлены результаты расчета теплового напора для 1, 5 и 9-го этажей девятиэтажного здания, которые будут использованы в дальнейших расчетах. Из табл. 2 видно, что величина теплового напора на первом и девятом этажах различается более чем в 10 раз, а между июлем и январем почти в 40 раз. Эти значения еще раз убеждают в том, что единое значение величины теплового напора  $t_n = +5$  °С для всех сезонов года не дает реальной картины воздухообмена.

## 2. Скорость и направление ветра. Ветровой напор.

Классический анализ ветрового режима по «розе ветров» для решения задач воздухообмена помещений является неполным. Требуется более детальный статистический анализ.

В табл. 3 представлены статистические данные о направлении ветра (в %) по месяцам для условий г. Казани.

По данным таблицы можно видеть четко выраженный годовой ход направлений ветра с вероятностью 16 % и выше. Так, направление ветра меняется от ЮВ и Ю в январе, феврале, через Ю и ЮЗ в марте, апреле, З и СЗ в мае-сентябре и обратно до ЮВ направления в декабре. Графически это представлено на рисунке. Для целей проектирования естественного воздухообмена обратим внимание на тот факт, что большую часть года (8 месяцев) преобладающие ветра имеют направление ЮВ, Ю, ЮЗ. Это означает, что окна жилых комнат, ориентированные в этом направлении для «улавливания ветрового напора», обеспечат усиление воздухообмена.

На рисунке также показано здание широтной ориентации (1) и квартира (2), обращенная к югу. Такое расположение квартиры односторонней ориентации и здания в

целом является наиболее удачным как с точки зрения максимальных ветровых воздействий, так и обеспечения инсоляции жилых помещений.

Таблица 3

Направление ветра в % по месяцам для г. Казани

Месяцы	Румбы							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	9	5	9	<b>18</b>	<b>20</b>	15	14	10
Февраль	12	8	2	<b>22</b>	<b>22</b>	14	10	10
Март	7	4	4	17	<b>24</b>	<b>22</b>	16	6
Апрель	7	6	10	15	18	<b>22</b>	13	9
Май	14	12	12	11	11	12	<b>16</b>	12
Июнь	11	7	10	10	9	15	<b>23</b>	15
Июль	13	12	10	10	11	11	<b>17</b>	<b>16</b>
Август	8	10	13	14	12	12	15	<b>16</b>
Сентябрь	11	5	6	14	15	<b>18</b>	<b>17</b>	14
Октябрь	5	3	2	13	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	9
Ноябрь	10	3	3	14	<b>18</b>	<b>25</b>	15	12
Декабрь	9	6	7	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	8	11
Год	9	7	8	14	17	18	15	12

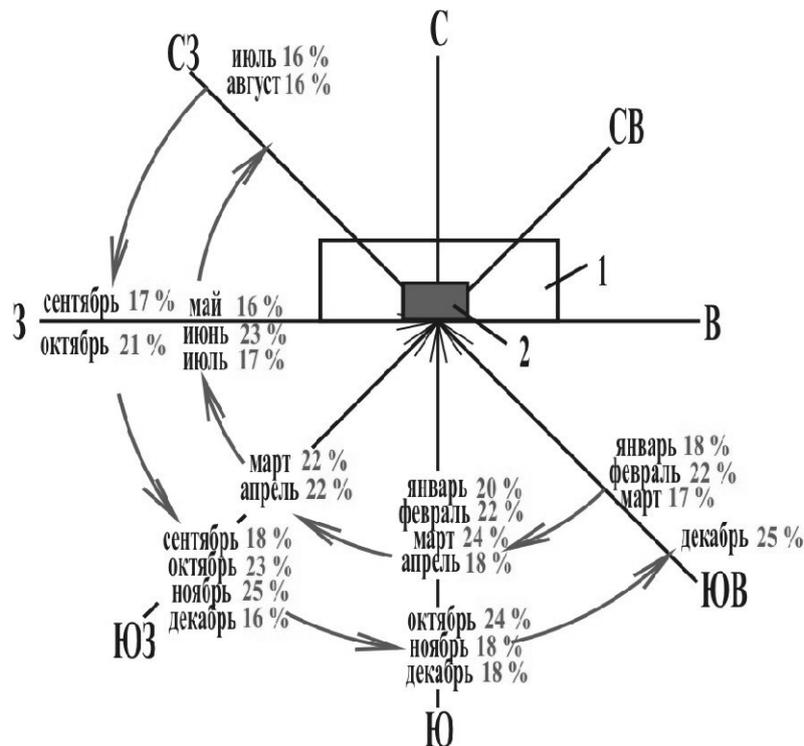


Рис. Годовой ход преобладающих направлений ветра по месяцам для г. Казани:  
 1 – здание широтной ориентации; 2 – квартира односторонней ориентации

Следующим важным элементом в оценке ветрового напора является величина расчетной скорости ветра, которая может быть определена из статистических данных по скорости ветра различной величины. В табл. 4 представлены данные по вероятности ветра различной скорости для г. Казани [14].

Из табл. 4 видно, что вероятность ветра различной скорости по месяцам не имеет больших расхождений, в связи с чем без большой ошибки в расчетах можно использовать среднегодовые значения. Среднегодовые значения показывают, что половина года ( $26 + 23 = 49\%$ ) ветер в Казани имеет скорость от 3 до 6 м/с. Очевидно в этом интервале и должна находиться статически обоснованная расчетная скорость ветра. Причем 21 % от продолжительности года (2,5 месяца) скорость ветра превышает 6 м/с, что значительно увеличивает ветровой напор, поскольку в расчетную формулу скорость ветра входит в квадрате ( $v^2$ ).

Таким образом, 70 % продолжительности года ( $49 + 21 = 70\%$ ) ветровой напор может способствовать процессам воздухообмена.

Таблица 4

#### Вероятность ветра различной скорости (%)

Скорость, м/с	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0-2	30	32	26	28	31	34	38	40	31	35	24	24	30
3-4	20	29	25	27	22	26	28	28	23	27	31	25	26
5-6	22	20	22	20	24	23	21	22	25	24	24	30	23
7-8	13	11	15	12	13	12	8	5	12	12	12	12	12
9-10	11	7	8	10	7	4	3	3	6	9	6	7	7
11-14	3	1	3	3	3	1	2	2	2	3	3	2	2
>15	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Дальнейшее обоснование выбора расчетной скорости ветра проведем на основании анализа вероятностных характеристик ветрового напора при различных скоростях ветра (табл. 5).

Таблица 5

#### Обоснование расчетной скорости ветра для г. Казани

Скорость ветра, м/с		Ветровой напор $\rho_n \cdot v^2 / 2$ , Па*	Вероятность	
Интервалы скоростей (табл. 4)	Расчетное значение $v$		скорости ветра в году $n$ , выраженная в долях единицы (табл. 4)	суммарного ветрового напора в году при $n \cdot \rho_n \cdot v^2 / 2$
0-2	1	0,64	0,3	0,192
3-4	3,5	7,84	0,26	2,038
5-6	5,5	19,36	0,23	4,453
7-8	7,5	36,0	0,12	4,320
9-10	9,5	57,76	0,07	4,043
11-14	12,5	100,0	0,02	2,000

\* в расчетах  $\rho_n$  принята средней за год – 1,28 кг/м<sup>3</sup>

Из табл. 5 видно, что с увеличением скорости ветра растет ветровой напор, но снижается вероятность больших скоростей ветра. Зависимость вероятности суммарного ветрового напора в году от скорости ветра (табл. 5) имеет максимум при скорости 5,5 м/с. Очевидно, эта величина и может быть принята в качестве статически обоснованной расчетной скорости ветра для Казани.

Таким образом, обоснование расчетной скорости ветра позволило получить данные по ветровому напору за каждый месяц года и в среднем за год (табл. 6).

Данные по ветру и ветровому напору, приведенные в табл. 4 и 6, не могут «напрямую» использоваться в расчетах располагаемого напора, они носят ориентировочный характер и требуют корректировки: скорость ветра – корректировки, связанной с высотой здания, а ветровой напор – корректировки, связанной с углом атаки, т.е. с углом между направлением ветра и плоскостью фасада. Следует также учитывать аэродинамические коэффициенты, связанные с формой здания и условиями его обтекания.

Таблица 6

## Среднемесячные значения ветрового напора для условий г. Казани

Показатели	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$t_n, ^\circ\text{C}$	-13,5	-13,1	-6,5	3,7	12,4	17,0	19,1	17,5	11,2	3,4	-3,8	-10,4	3,0
$\rho_n, \text{кг/м}^3$	1,36	1,358	1,325	1,276	1,237	1,217	1,208	1,215	1,242	1,277	1,311	1,344	1,28
$\rho_n \cdot v^2 / 2, \text{Па}$ при $v=5,5$ $\text{м/с}$	20,57	20,54	20,04	19,30	18,71	18,41	18,27	18,38	18,78	19,31	19,83	20,33	19,36

## 3. Учет типа городской застройки и аэродинамических параметров зданий.

Информация о параметрах ветра, представленная в табл. 3 и 4, относится к высоте флюгера на метеостанциях, т.е. 10-12 м от поверхности земли. Метеостанции расположены, как правило, на открытых участках местности и измеряют скорость ветра в невозмущенном ветровом потоке.

В городской среде воздушные потоки испытывают большие возмущения вследствие взаимодействия со зданиями, сооружениями, зелеными насаждениями и т.д. В результате изменяется как скорость, так и направление ветра, что требует учета при расчетах располагаемого напора.

Анализ работ [4, 15, 16], в которых исследовали закономерности изменения скорости ветра с высотой, показал, что для задач воздухообмена наиболее пригодными оказались рекомендации [16]. В этих рекомендациях закономерности изменения скорости ветра с высотой опираются на характер местности и городской застройки. Рассмотрены три типа территорий: А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра; В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м; С – городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

В табл. 7 приведены поправочные коэффициенты к высоте ( $k_e$ ) для трех типов местности (А, В и С).

Таблица 7

Поправочный коэффициент  $k_e$  для расчетной скорости ветра

Высота, м	Коэффициент $k_e$ для типов местности		
	А	В	С
$\leq 5$	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8

Из табл. 7 видно, что тип местности влияет на изменение скорости ветра в приземном слое. Так, на высоте 40 м (высота 12-этажного дома) в открытой местности (тип А) скорость ветра в 1,5 раза превышает справочную величину, а в местности типа С скорость ветра на этой высоте составит лишь 80 % от справочной.

Аэродинамический коэффициент  $k$  показывает, какая часть кинетической энергии ветра переходит в потенциальную энергию давления при набегании ветрового потока на здание. Жилые здания в подавляющем большинстве случаев имеют форму параллелепипеда, для которого аэродинамические коэффициенты определены. Так, согласно [17]

рекомендуется принимать для наветренной стороны здания  $k = +0,8$ , для заветренной  $k = -0,6$ . Эти величины определены для условий, когда ветровой поток направлен под углом  $90^\circ$  к плоскости фасада. Если направление ветрового потока к плоскости фасада отличается от угла  $90^\circ$ , то аэродинамический коэффициент изменяется по закону синуса (4):

$$k_\alpha = k_{90} \cdot \sin \alpha, \quad (4)$$

где  $\alpha$  – угол между направлением ветрового потока и плоскостью фасада.

Для сравнения в табл. 8 представлены значения аэродинамического коэффициента  $k$  при различных углах  $\alpha$ .

Таблица 8

**Зависимость аэродинамического коэффициента с наветренной стороны здания в виде параллелепипеда от угла  $\alpha$  (расчет по формуле 4)**

Угол $\alpha$ , град	$90^\circ$	$80^\circ$	$70^\circ$	$60^\circ$	$50^\circ$	$45^\circ$	$40^\circ$	$30^\circ$	$20^\circ$	$10^\circ$
$\sin \alpha$	1,0	0,98	0,94	0,87	0,77	0,71	0,64	0,47	0,34	0,17
$k_\alpha$	0,8	0,784	0,752	0,696	0,616	0,568	0,512	0,400	0,272	0,136

#### 4. Пример расчета годового хода располагаемого напора и расхода приточного воздуха.

В работе [18] рассмотрен воздухообмен в двухкомнатной квартире односторонней ориентации по действующей методике СНиП и показано, что объем воздуха по нормативным требованиям составил  $140 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В настоящем разделе представлено исследование воздухообмена в этой же квартире с учетом результатов, полученных в разделах 1, 2 и 3, то есть при ежемесячных изменениях теплового и ветрового напоров.

С точки зрения обеспечения нормативной инсоляции жилых комнат в квартире односторонней ориентации она должна быть ориентирована на ЮВ, Ю или ЮЗ. Для исследования воздухообмена в нашей квартире расположим ее в здании широтной ориентации, ориентированной на юг.

В соответствии с рисунком значимое давление ветра на здание проявляется при ЮВ, Ю и ЮЗ ветрах. Для преобладающих ветров для Казани по этим направлениям данные представлены в табл. 9, как фрагмент табл. 3.

В табл. 9 жирным курсивом выделены преобладающие ветры (наибольший процент в месяце) по каждому направлению за каждый месяц. Можно видеть, что в течение года наибольшее значение преобладающих ветров изменяет свое направление (от ЮЗ до ЮВ) без какой-либо системы.

Как же выбрать долю наиболее достоверного значения ветрового напора по каждому направлению за каждый месяц? По-видимому, может быть предложено несколько методов такого выбора. Мы воспользуемся методом, при котором выделяется наибольший процент преобладающего направления в месяц из трех направлений (ЮВ, Ю и ЮЗ). В табл. 9 этот процент отмечен жирным курсивом. Из рис. видно, что ветер каждого направления приходит к фасаду здания южной ориентации под разными углами атаки (углами  $\alpha$ ), а в соответствии с табл. 8 следует ввести корректировки к величине ветрового давления. Для южных ветров ( $\alpha = 90^\circ$  и  $\sin \alpha = 1,0$ ) ветровое давление не снижается – ветровой напор будет максимальным. Для ЮВ и ЮЗ ветров ( $\alpha = 45^\circ$  и  $\sin \alpha = 0,71$ ) ветровой напор снижается на величину коэффициента 0,71. Величина  $\sin \alpha$  за каждый месяц для рассматриваемого случая приведена в табл. 9.

Таблица 9

## Преобладающие ветры ЮВ, Ю и ЮЗ направлений

Месяцы	Направление ветра, %			$\alpha$ , град	$\sin\alpha$
	ЮЗ	Ю	ЮВ		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Январь	15	<b>20</b>	18	90	1,0
Февраль	14	<b>22</b>	22	90	1,0
Март	22	<b>24</b>	17	90	1,0
Апрель	<b>22</b>	18	15	45	0,71
Май	<b>12</b>	11	11	45	0,71
Июнь	<b>15</b>	9	10	45	0,71
Июль	11	<b>11</b>	10	90	1,0
Август	12	12	<b>14</b>	45	0,71
Сентябрь	<b>18</b>	15	14	45	0,71
Октябрь	23	<b>24</b>	13	90	1,0
Ноябрь	<b>25</b>	18	14	45	0,71
Декабрь	16	18	<b>25</b>	45	0,71
Год	18	17	14		

Для исследования изменения воздействия ветрового напора с высотой рассмотрим квартиры на 1, 5 и 9 этажах девятиэтажного здания. В соответствии с табл. 7 введем корректировку на изменение расчетной скорости ветра (5,5 м/с) с высотой путем умножения расчетной скорости  $v$  на коэффициент изменения скорости ветра с высотой  $k_g$ . Районы жилой застройки зданиями высотой 9 и более этажей относятся к типу местности «С», тогда в соответствии с табл. 7 получим:

– для девятого этажа ( $h = 30$  м)  $k_g = 0,675$  и  $v = 5,5 \cdot 0,675 = 3,7$  м/с;

– для пятого этажа ( $h = 15$  м)  $k_g = 0,475$  и  $v = 5,5 \cdot 0,475 = 2,6$  м/с;

– для первого этажа ( $h \leq 5$  м)  $k_g = 0,4$  и  $v = 5,5 \cdot 0,4 = 2,2$  м/с.

Для рассматриваемых этажей, в соответствии с формулой (3), ветровой напор составит:

– для девятого этажа:

$$\Delta P_v^9 = k_l \frac{\rho_l v^2}{2} = 0,8 \cdot \frac{1,28 \cdot 3,7^2}{2} = 7,05 \text{ Па};$$

– для пятого этажа:

$$\Delta P_v^5 = k_l \frac{\rho_l v^2}{2} = 0,8 \cdot \frac{1,28 \cdot 2,6^2}{2} = 3,46 \text{ Па};$$

– для первого этажа:

$$\Delta P_v^1 = k_l \frac{\rho_l v^2}{2} = 0,8 \cdot \frac{1,28 \cdot 2,2^2}{2} = 2,48 \text{ Па}.$$

В этих расчетах принято: аэродинамический коэффициент  $k_l = +0,8$  (с наветренной стороны здания в виде параллелепипеда); плотность наружного воздуха  $\rho_n = 1,28$  кг/м<sup>3</sup> – как средняя за год (табл. 5).

Таким образом, получены все необходимые данные для оценки величины ветрового напора (с коррекцией по этажности здания и по углу, образованному направлением ветра и плоскостью фасада) и соответственно располагаемого напора ( $\Delta P_t + \Delta P_v$ ) за каждый месяц года, что позволяет оценить воздухообмен (расход приточного воздуха) в рассматриваемой квартире (табл. 10).

Таблица 10

## Ежемесячные значения ветрового и теплового напоров и расхода приточного воздуха в рассматриваемой квартире

Месяц	Ветровой напор $\Delta P_v$ , Па при $\alpha = 90^\circ$			$\sin \alpha$	$\Delta P_v \cdot \sin \alpha$ , Па			Тепловой напор $\Delta P_t$ , Па (по табл. 2)			Располагаемый напор, Па $\Delta P = \Delta P_v + \Delta P_t$			Расход приточного воздуха $L$ , м <sup>3</sup> /ч*		
	1 эт.	5 эт.	9 эт.		1 эт.	5 эт.	9 эт.	1 эт.	5 эт.	9 эт.	1 эт.	5 эт.	9 эт.	1 эт.	5 эт.	9 эт.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
Январь	2,48	3,46	7,05	1,0	2,48	3,46	7,05	43,76	22,95	6,58	46,24	26,41	13,63	112,41	77,38	49,78
Февраль	2,48	3,46	7,05	1,0	2,48	3,46	7,05	43,19	22,65	6,49	45,67	26,11	13,54	111,48	76,79	49,56
Март	2,48	3,46	7,05	1,0	2,48	3,46	7,05	33,95	17,81	5,10	36,43	21,27	12,15	95,89	66,98	46,11
Апрель	2,48	3,46	7,05	0,71	1,76	2,46	5,01	20,19	10,59	3,04	21,95	13,05	8,05	68,40	48,36	35,05
Май	2,48	3,46	7,05	0,71	1,76	2,46	5,01	9,27	4,86	1,39	11,03	7,32	6,4	43,24	32,89	30,08
Июнь	2,48	3,46	7,05	0,71	1,76	2,46	5,01	3,66	1,92	0,55	5,42	4,38	5,56	26,92	23,36	27,38
Июль	2,48	3,46	7,05	1,0	2,48	3,46	7,05	1,14	0,60	0,17	3,62	4,06	7,18	20,57	22,21	32,47
Август	2,48	3,46	7,05	0,71	1,76	2,46	5,01	3,09	1,62	0,46	4,85	4,08	5,47	25,00	22,28	27,09
Сентябрь	2,48	3,46	7,05	0,71	1,76	2,46	5,01	10,67	5,59	1,60	12,43	8,05	6,61	46,82	35,05	30,73
Октябрь	2,48	3,46	7,05	1,0	2,48	3,46	7,05	20,48	10,74	3,08	22,96	14,20	10,13	70,49	51,17	40,85
Ноябрь	2,48	3,46	7,05	0,71	1,76	2,46	5,01	30,03	15,75	4,51	31,79	18,21	9,52	87,56	60,39	39,19
Декабрь	2,48	3,46	7,05	0,71	1,76	2,46	5,01	39,27	20,59	5,90	41,03	23,05	10,91	103,80	70,67	42,9

\* – в расчетах принята воздухопроницаемость оконных конструкций  $G_{\text{ок}} = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  при  $\Delta P_{\text{ок}} = 10 \text{ Па}$  и суммарная площадь окон в квартире  $6,75 \text{ м}^2$

**Заключение и выводы:**

1. Для получения реальных значений теплового напора в его годовом ходе требуется использовать в расчетах среднемесячные значения температуры наружного воздуха.

2. Для получения реальных значений ветрового напора в его годовом ходе достаточно иметь одно обоснованное значение расчетной скорости ветра.

3. Доля ветрового напора в располагаемом напоре составляет 6-90 % в зависимости от сезона и этажа здания, что подтверждает необходимость его учета в расчетах естественного воздухообмена жилых помещений.

4. Воздухообмен рассматриваемой квартиры (расход приточного воздуха) даже с включением в располагаемый напор давления ветра не соответствует нормативным требованиям. Он ниже 140 м<sup>3</sup>/час в любой месяц года и на любом этаже. Следовательно, существующие методы оценки естественного воздухообмена требуют кардинальных совершенствований. В качестве первичных мер можно рекомендовать:

- увеличение нормируемой воздухопроницаемости светопрозрачных конструкций;
- введение обязательной системы дополнительных приточных устройств (приточных клапанов, вентблоков и т.п.) или приточно-вытяжных систем.

**Список литературы**

1. СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные. – М., 2003. – 22 с.
2. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М., 2004. – 36 с.
3. Строительная климатология: Справочное пособие к СНиП 23-01-99\*/ Под ред. чл.-кор. Савина В.К. – М.: НИИ строительной физики РААСН, 2006. – 258 с.
4. Ливчак И.Ф., Наумов А.Л. Вентиляция многоэтажных жилых зданий. – АВОК-ПРЕСС, 2005. – 136 с.
5. Лицкевич В.К. Жилище и климат. – М.: Стройиздат, 1984. – 288 с., ил.
6. СНиП 2.08.01-89\*. Жилые здания. – М., 1999. – 21 с.
7. Справочное пособие к СНиП 2.08.01-89. Отопление и вентиляция жилых зданий. – М., 1990. – 13 с.
8. СНиП 2.04.05-91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М., 1992. – 12 с.
9. ТР АВОК-4-2004. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2004. – 32 с.
10. СТО НП «АВОК» 2.1-2008. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. – М., 2008. – 12 с.
11. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М., 2000. – 27 с.
12. СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника. – М., 1998. – 49 с.
13. СП 23.101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М., 2004. – 63 с.
14. Справочник по климату СССР. 4.1–5. Вып. 1.34. – Л.: Гидрометеиздат, 1968-1972.
15. Грудзинский М.М., Ливчак В.И., Поз М.Я. Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности. – М.: Стройиздат, 1982. – 256 с., ил.
16. Савин В.К. Строительная физика: аэродинамика и теплообмен при взаимодействии потоков и струй со зданиями. – М.: Лазурь, 2008. – 480 с.
17. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия. – М., 2003. – 55 с.
18. Сайфутдинова А.М. Информационные технологии в проектировании естественного воздухообмена жилых помещений. // Приволжский научный журнал, 2009, № 4. – С. 69-74.

**Kupriyanov V.N.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

**Sayfutdinova A.M.** – assistant

E-mail: adelyasaif@rambler.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 4200043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Statistical analysis of an annual course of an overpressure for an assessment of natural air exchange of premises

#### Resume

In article the method of a statistical analysis of temperature of external air, speed and the wind direction for justification of parameters of the thermal and wind pressures accepted at calculation and projection of natural ventilation of premises is explained. It is revealed, that for determination of actual size of a thermal head in its annual course, it is necessary to accept monthly averaged values of temperature of a free air, whereas for determination of size of a wind pressure it is necessary to have one reasonable value of calculated speed of a wind.

It is shown that the actual annual course of a overpressure decides not only regularities of change of air temperature and wind parameters within a year, but also the characteristic of city building and regularities of interaction of certain buildings on a wind stream (aerodynamic coefficients). The example of calculation of an annual course of an overpressure. Taking into account both forces of natural air exchange, where the share of a wind pressure in the total value of a located pressure is defined, is given. It is shown that actual volumes of affluent air in premises do not meet normative requirements for air exchange even taking into account both forces.

**Keywords:** air temperature, wind speed, wind direction, overpressure, natural air exchange.

#### References

1. SNiP 31-01-2003. Multicompartiment residential buildings. – M., 2003. – 22 p.
2. SNiP 41-01-2003. Heating, ventilation and conditioning. – M., 2004. – 36 p.
3. Structural climatology. SP to SNiP 23-01-99\*/ Under the editorship of Savin V.K. – M: Scientific research institute of structural physics of RAASN, 2006. – 258 p.
4. Livchak I.F., Naumov A.L. Ventilation of multistoried residential buildings: AVOK-PRESS, 2005. – 136 p.
5. Litskevich V. K. Dwelling and climate. – M.: Stroyizdat, 1984. – 288 p.
6. SNiP 2.08.01-89\*. Residential buildings. – M., 1999. – 21 p.
7. SP to SNiP 2.08.01-89. Heating and ventilation of residential buildings. – M., 1990. – 13 p.
8. SNiP 2.04.05-91\*. Heating, ventilation and conditioning. – M., 1992. – 12 p.
9. TR ABOK-4-2004, Technical recommendations about the air exchange organization in apartments of a multistoried house. – M.: AVOK-PRESS, 2004. – 32 p.
10. STO NP «AVOK» 2.1-2008. Residential and public buildings. Norms of air exchange. – M., 2008. – 12 p.
11. SNiP 23-02-2003. Thermal performance of buildings. – M., 2000. – 27 p.
12. SNiP II-3-79\* Structural heating engineer. – M., 1995. – 49 p.
13. SP 23.101-2004. Thermal performance design of buildings. – M., 2004. – 63 p.
14. Directory on climate of the USSR. 4.1-5. Is.1.34. – L.: Gidrometeoizdat, 1968-1972.
15. Grudzinsky M.M., Livchak V.I., Poz M.Y. Heating and vent systems of buildings of the raised number of stories. – M.: Stroyizdat, 1982. – 256 p.
16. Savin V. K. Structural physics: aerodynamics and heat exchange at interaction of streams and streams with buildings. – M.: Lazure, 2008. – 480 p.
17. SNiP 2.01.07-85\*. Loadings and influences. – M., 1998. – 55 p.
18. Sayfutdinova A.M. Informational technologies in projection of natural air exchange of premises. // Privoljskiy nauchniy journal, 2009, № 4. – P. 69-74.



УДК 532.5:621.694

Багоутдинова А.Г. – кандидат технических наук

E-mail: bagoutdinova@rambler.ru

Золотонос Я.Д. – доктор технических наук, профессор

E-mail: zolotonosov@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Князева И.А. – аспирант

E-mail: iraida\_knyazeva@mail.ru

Вятский государственный университет

Адрес организации: 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36

### Теплообменные аппараты типа «труба в трубе» с внутренним змеевиковым пружинно-витым каналом

#### Аннотация

В работе для решения задач энергосбережения и повышения эффективности змеевиковых теплообменных аппаратов предложен малогабаритный теплообменный аппарат типа «труба в трубе» с внутренним змеевиковым пружинно-витым каналом, а также уравнения, описывающие его теплообменную поверхность, записанные в векторно-параметрической форме с использованием фундаментальных положений аналитической и дифференциальной геометрии.

С целью проверки адекватности и визуализации записанных уравнений построены кривые и поверхности с использованием пакета прикладных программ Matlab.

**Ключевые слова:** теплообменные элементы, теплообменная поверхность, математическая модель, винтовая линия.

Змеевиковые теплообменники представляют собой корпус, в котором размещен змеевик или система змеевиков. Витки змеевика ориентированы по винтовой линии. Обычно такие теплообменники выполняются из труб 15...75 мм и имеют поверхность нагрева до 10...15 м<sup>2</sup>. Диаметр таких змеевиков обычно составляет 200...2000 мм [1].

Вследствие большого объема корпуса, в котором находится змеевик, скорость жидкости незначительна, что обуславливает низкие значения коэффициента теплоотдачи снаружи змеевика.

Для интенсификации процессов теплообмена применяют мешалки или змеевик помещают в кольцевое пространство между двумя сосудами, в котором жидкость обтекает трубки с большой скоростью, но при этом значительно уменьшается полезно используемый объем корпуса аппарата [2].

В связи с этим нами предложена конструкция змеевикового теплообменника типа «труба в трубе» с внутренним змеевиковым пружинно-витым каналом [3, 4].

Теплообменник представляет собой аппарат с коаксиально установленными трубами, свальцованными в змеевик. Причем внутренняя труба выполнена в виде пружинно-витого канала круглого или эллиптического сечения, а внешняя – из гладкой цилиндрической трубы (рис. 1).

Во внутреннюю трубу змеевикового теплообменника подается вода, а в межтрубное пространство в противоток – насыщенный пар. При такой схеме движения жидкость движется по сложной траектории. Во-первых, по виткам проточной части внутреннего змеевика, где реализуется закрученное течение жидкости по внутренним впадинам пружинно-витого канала, и, во-вторых, по винтовой линии, определяемой витками самого змеевикового теплообменного элемента.

Пар, подаваемый в межтрубное пространство, из-за внешнего винтового оребрения внутреннего змеевика также совершает закрученное течение, характеризующееся сложной трехмерной вихревой структурой потока, благоприятно влияющее на теплообменные процессы, протекающие в межтрубном пространстве.



Рис. 1. Змеевиковый теплообменник

Однако широкое внедрение подобных аппаратов в производство сдерживается отсутствием фундаментальных исследований гидродинамики и теплообмена в проточной части змеевиковых пружинно-витых каналов, а также надежных методов их инженерного расчета.

Моделирование процессов гидродинамики и теплообмена предполагает описание поверхностей теплообмена. В работе [5] рассмотрен метод построения поверхности, образованной движением непрерывной замкнутой кривой  $\rho = \rho(\varphi)$ , вдоль некоторой криволинейной направляющей  $\gamma: \vec{r} = \vec{r}(t)$ . Согласно этому методу радиус-вектор точки поверхности представляется в виде суммы:

$$\vec{r}(t, \varphi) = \vec{r}(t) + \vec{\rho}(t, \varphi), \quad (1)$$

где  $\varphi$  – полярный угол в нормальной плоскости кривой  $\gamma$ , отсчитываемый от главной нормали по направлению к бинормали,  $\vec{\rho}(t, \varphi)$  – соответствующий «полярный радиус».

Тогда:

$$\vec{\rho}(t, \varphi) = \rho(t, \varphi) \cos \varphi \cdot \vec{v}(t) + \rho(t, \varphi) \sin \varphi \cdot \vec{\beta}(t), \quad (2)$$

а

$$\vec{r}(t, \varphi) = \vec{r}(t) + \rho(t, \varphi) \cos \varphi \cdot \vec{v}(t) + \rho(t, \varphi) \sin \varphi \cdot \vec{\beta}(t), \quad (3)$$

где  $\vec{v}(t)$  и  $\vec{\beta}(t)$  – единичные векторы главной нормали и бинормали в точке, соответствующей значению параметра  $t$ .

Единичные векторы касательной  $\vec{\tau}$ , нормали  $\vec{v}$  и бинормали  $\vec{\beta}$  образуют подвижный ортогональный базис, перемещающийся вдоль кривой, и вычисляются по формулам:

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{r}/dt}{|d\vec{r}/dt|}, \quad \vec{v} = \frac{d\vec{\tau}/dt}{|d\vec{\tau}/dt|}, \quad \vec{\beta} = \vec{\tau} \times \vec{v}. \quad (4)$$

Для описания поверхности теплообмена змеевического пружинно-витого канала в качестве направляющей кривой выберем двойную винтовую линию (биспираль, рис. 2), заданную уравнением:

$$\gamma: x = (R + r \cos \omega t) \cos t, \quad y = (R + r \cos \omega t) \sin t, \quad z = bt + r \sin \omega t,$$

а в качестве образующей – эллипс, с полуосями, равными  $c$  и  $d$ .

Тогда:

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} (R + r \cos \omega t) \cos t \\ (R + r \cos \omega t) \sin t \\ bt + r \sin \omega t \end{pmatrix}, \quad \rho(t, \varphi) = \begin{pmatrix} c \\ d \\ 0 \end{pmatrix}, \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi, \quad 0 \leq t \leq 2\pi n, \quad (5)$$

где  $n$  – число витков двойной винтовой линии,  $R$  – радиус змеевика,  $r$  – радиус пружинно-витого канала.

Вычисляя единичные векторы касательной, нормали и бинормали по формулам (4) и подставляя полученные выражения в формулу (3), получим параметрические уравнения поверхности змеевикового пружинно-витого канала:

$$\vec{r}(t, \varphi) = \begin{pmatrix} (R+r \cos \omega t) \cos t \\ (R+r \cos \omega t) \sin t \\ bt+r \sin \omega t \end{pmatrix} + c \cos \varphi \cdot \vec{v}(t) + d \sin \varphi \cdot \vec{\beta}(t). \quad (6)$$

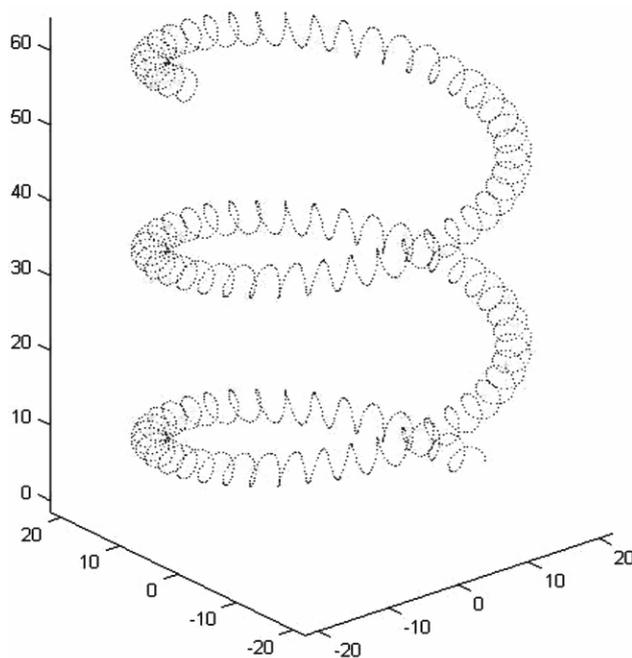


Рис. 2. Двойная винтовая линия

С целью проверки соответствия уравнения (6) геометрии рассматриваемого змеевикового пружинно-витого канала построена поверхность (рис. 3) в системе Matlab.

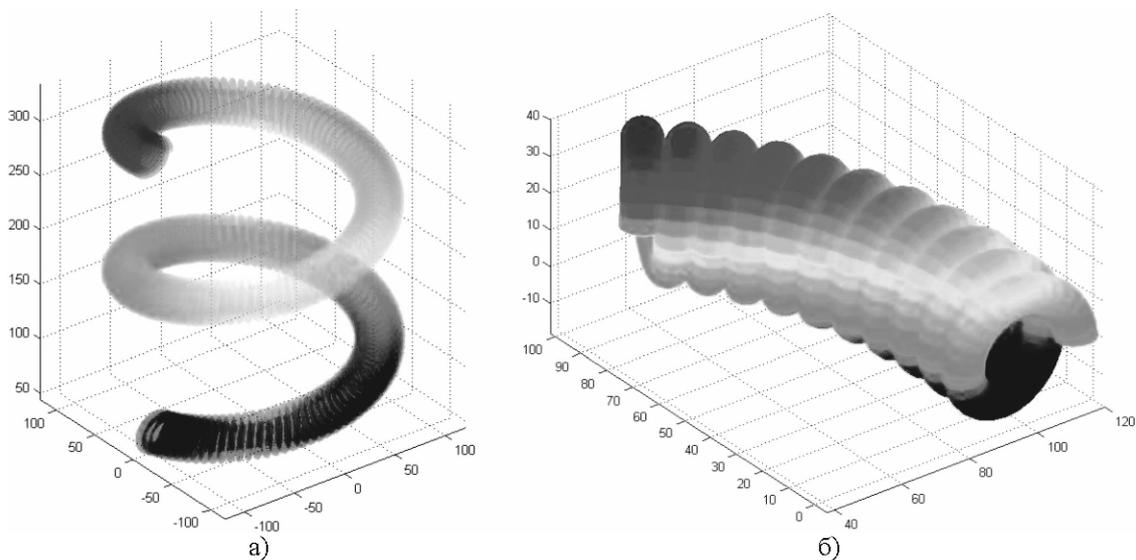


Рис. 3. а) Змеевиковый пружинно-витой канал; б) Фрагмент змеевикового пружинно-витого канала

Для реализации инженерных расчетов змеевикового теплообменника составлена программа в Matlab.

```
% Построение поверхности змеевикового пружинно-витого канала
r=15; % Радиус пружинно-витого канала
R=100; % Радиус змеевика
b=20; % Параметр винтовой линии змеевика
c=3; d=3; % Полуоси эллипса (сечение проволоки)
omega=ceil(pi*R/d) % Число витков проволоки
syms t fi % Символьные переменные
% Образующая
ro=[c*cos(fi); d*sin(fi); 0];
% Направляющая
r_t=[(R+r*cos(t*omega)).*cos(t);(R+r*cos(t*omega)).*sin(t);b*t+r*sin(t*omega)];
% Вычисление единичных векторов
dr=diff(r_t,t);
dlna_dr=sqrt(dr(1)^2+dr(2)^2+dr(3)^2);
tau=dr/dlna_dr;
dnu=diff(tau,t);
dlna_dnu=sqrt(dnu(1)^2+dnu(2)^2+dnu(3)^2);
nu=dnu/dlna_dnu;
beta=cross(nu,tau); % Векторное произведение
r_tfi=r_t+ro(1).*nu+ro(2).*beta; % Радиус-вектор поверхности
% Строим поверхность:
t=[0:pi/1000:3*pi];
fi=[0:pi/300:2*pi];
[t,fi]=meshgrid(t,fi);
x=eval(r_tfi(1));
y=eval(r_tfi(2));
z=eval(r_tfi(3));
mesh(x,y,z);
hold on;
axis equal;
```

### Заключение

Предложена математическая модель теплообменной поверхности змеевикового пружинно-витого канала. Математическая модель и созданная компьютерная программа, описанные в статье, могут быть использованы при разработке программного обеспечения для процесса компьютерного управления технологией изготовления подобных каналов.

### Список литературы

1. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.М. Справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Изд-во химической литературы, 1961. – 832 с.
3. Басова О.А., Золотонос Я.Д. Змеевиковый теплообменник на базе пружинно-витых каналов. / Сборник научных трудов КазГАСУ. – Казань, 2009. – С. 33-35.
4. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д., Мустакимова С.А. Энергоэффективные теплообменные аппараты на базе теплообменных элементов в виде пружинно-витых каналов // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 86-95.
5. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д. Математическое описание и визуализация теплообменных поверхностей в форме пружинно-витых каналов и труб типа «конфузор-диффузор» // Известия вузов. Проблемы энергетики. – Казань: Изд-во КГЭУ, 2012, № 7-8. – С. 80-86.

**Bagoutdinova A.G.** – candidate of technical sciences

E-mail: bagoutdinova@rambler.ru

**Zolotonosov Ya.D.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: zolotonosov@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Knyazeva I.A.** – post-graduate student

E-mail: iraida\_knyazeva@mail.ru

**Vyatka State University**

The organization address: 610000, Russia, Kirov, Moscovskaya st., 36

## Heat exchangers of the «pipe in pipe» type with the internal coil spring-twisted channel

### Resume

Heat exchangers with coil tubes for constructive technology and performance exceed straight tube heat exchangers, used in various industries. The advantages of coil heat exchangers are its compact size, relatively simple compensation temperature deformation and a higher rate of heat transfer compared to the straight tube heat exchangers.

This paper presents a compact heat exchanger of type «pipe in pipe» with an internal coil spring-twisted channel, and the equations describing the heat exchange surface of the coil, written in vector-parametric form using fundamental aspects of analytical and differential geometry.

By varying the parameters in the equation of heat transfer surface coil, it is possible to investigate and to optimize the internal geometry of the channel.

In order to test the adequacy and visualize the equation a program was written, the curves and surfaces using a software package Matlab were constructed.

A mathematical model and a computer program described in the article can be used in the development of software for computer control technology, process manufacturing coiled spring-twisted channels.

**Keywords:** heat transfer elements, the heat exchange surface, the mathematical model, helix.

### References

1. Bajan P.I., Kanevets G.E., Seliverstov V.M. Handbook of heat exchangers. Mashinostroenie, 1989. – 368 p.
2. Kasatkin A.G. Basic processes and devices of chemical technology. – M.: Publishing House of the chemical literature, 1961. – 832 p.
3. Basova O.A., Zolotonosov Ja.D. Coil heat exchanger based on a spring-curly channels. Collection of scientific works KGASU. – Kazan, 2009. – P. 33-35.
4. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Energy-efficient heat-exchange devices based on heat-exchange elements in the form of a spring-twisted channels// Izv. KGASU, 2012, № 3 (21). – P. 86-95.
5. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ja.D. Mathematical description and visualization of heat-exchange surfaces in form the spring-curly channels and pipes of type «confusor-diffusor» // Proceedings of the universities. Energy problems. – Kazan: IzdKGEU, 2012, № 7-8. – P. 80-86.

УДК 671.1 (107,697.03:5(107))

Гилязов Д.Г. – кандидат технических наук, доцент

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: posohin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Исследование гидравлических характеристик унифицированных узлов  
поквартирных систем отопления из медных труб****Аннотация**

Эффективность работы поквартирных систем отопления зависит от способа подключения отопительных приборов. Для поквартирных систем отопления используются приборные узлы со специальной арматурой с замыкающим участком внутри корпуса и приборы со встроенными термостатическими клапанами. В работе экспериментально определяются гидравлические характеристики таких узлов, которые могут учитываться при расчете поквартирных систем отопления. Полученные данные важны для проектировщиков и специалистов в области отопления.

**Ключевые слова:** приведенный коэффициент местных сопротивлений, терморегулирующая арматура с байпасом, коллекторные и приборные узлы из медных труб.

В муниципальных многоэтажных жилых зданиях начали применять поквартирные системы отопления с подключением к вертикальным стоякам, расположенным в лестнично-лифтовом холле. В местах подключения на каждом этаже устанавливается металлический шкаф с коллекторным узлом, куда возможен доступ сотрудников службы эксплуатации. Поквартирная система отопления дает возможность полного отключения системы в отдельно взятой квартире для устранения аварии или реконструкции системы, не влияя на других потребителей, а также облегчается регулировка отопления здания. Поквартирные системы отопления бывают лучевые, периметральные и смешанные. Трубы могут быть проложены в гофре, в стяжке пола, в пространстве подшивного потолка и в штрабах.

В современных жилых зданиях массового строительства теплопотери квартиры невелики. В связи с этим поквартирная система отопления рассчитана на небольшую тепловую нагрузку, что позволяет использовать трубы малых диаметров. Поэтому более распространена скрытая прокладка трубы в гофре в конструкции пола. Такая прокладка труб позволит при авариях произвести замену поврежденного участка без вскрытия конструкции пола.

В поквартирных системах отопления рекомендуется применять медные, металлополимерные трубы, выполненные из сшитого полиэтилена, так как они по сравнению со стальными трубами не поддаются коррозии, имеют гладкую внутреннюю поверхность, удобны для монтажа и т.д. Для поквартирных систем отопления используется специальная арматура с замыкающим участком (байпасом) внутри корпуса этой арматуры. Необходимо иметь в виду, что в системе с замыкающим участком даже при полностью открытом вентиле через прибор идет лишь частичный поток, остальное идет через замыкающий участок. Кроме того, в поквартирных системах отопления применяются отопительные приборы со встроенными термостатическими клапанами. Чаще всего встречается нижнее подключение приборов к трубам с помощью специальных узлов. Из-за нехватки пространства в шкафу коллекторный узел состоит из близко расположенных фильтра, регулировочного вентиля, балансировочного клапана, отводов, тройников и участков трубопроводов, которые оказывают влияние друг на друга. При этом суммарные потери давления могут быть не равны сумме потерь давления, вычисленных отдельно для каждого элемента.

Потери давления в приборных и коллекторных узлах поквартирных систем отопления можно определить по формуле:

$$\Delta P_{узла} = S_{узла} \cdot G^2, \quad (1)$$

где  $G$  – расход воды, кг/ч;  $S_{узла}$  – характеристика гидравлического сопротивления узла, учитывающая потери как на трение, так и в местных сопротивлениях, Па/(кг/ч)<sup>2</sup>.

$$S_{узла} = P_{уд} \cdot \xi_{пр}, \quad (2)$$

где  $P_{\text{уд}} = \frac{6,25}{(10^3 \rho d^4)}$  – удельное гидродинамическое давление, возникающее при расходе воды 1 кг/ч [4], Па/(кг/ч)<sup>2</sup>;  $\xi_{\text{пр}} = \left( \frac{\lambda}{d_e} l + \sum \xi \right)$  – приведенный коэффициент местного сопротивления узла;  $\frac{\lambda}{d_e}$  – приведенный коэффициент гидравлического трения [4];  $d_e$  и  $l$  – внутренний диаметр и длина участка, м;  $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;  $\rho$  – средняя плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

Значения  $\xi_{\text{пр}}$  приборных и коллекторных узлов поквартирных систем отопления из медных труб при разных уровнях настройа балансировочных клапанов и при различных позициях регулирования расхода регулирующими вентилями получены экспериментальным методом в лаборатории ТГВ КГАСУ и представлены в таблицах 1, 2, 3.

В таблице 1 приведены значения  $\xi_{\text{пр}}$  для приборных узлов с радиатором «PURMO» со схемами соединения «сверху-вниз» и «снизу-вниз». Как видно из таблицы, значения  $\xi_{\text{пр}}$  при различных оборотах штока вентиля двойной регулировки мало отличаются друг от друга. Нижнее боковое подключение радиатора «ROVALL» к трубам через четырехходовой клапан с байпасом показывает увеличение значения  $\xi_{\text{пр}}$  при регулировании клапаном ТС-1, что должно быть учтено при определении потерь давления.

Таблица 1

№	Эскизы приборных и коллекторных узлов	$\xi_{\text{пр}}$ при различных оборотах штока регулирующего клапана				
		обороты				
		закрыто	1	2	3	открыто
		ход штока, %				
		0	25	50	75	100
1		3,033	3,935	4,2948	3,4577	-
2		5,0745	5,03	4,8765	4,933	-
3		104,799	75,4	54,94	24,72	25,12
4		-	860,4	138,386	73,21	74,06

Таблица 2

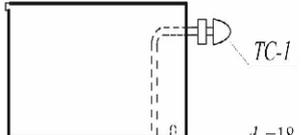
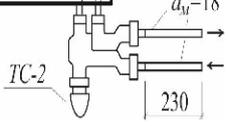
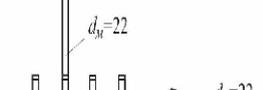
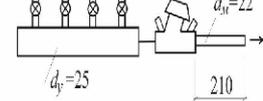
№	Эскиз приборного узла	$\xi_{np}$ при различных позициях регулирования клапана с термостатической головкой ГЕРЦ-ДИЗАЙН «МИНИ»						Прим.
		Номера						
		*	1	2	3	4	5	
		Градусы						
		6,5	12	16	20	24	28	
1		1111,7	920	377	291	359	361,8	ТС-1 открытый
2		3205,5	2742	1187,5	389,2	348,9	349,6	ТС-2 открытый

Таблица 3

№	Эскиз сборного коллектора	$\xi_{np}$ при различных позициях ручки управления балансировочного клапана									Уровень настройки
		Номера позиций									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1		397	-	250,6	-	179,3	-	138,4	-	118,2	1
2		117	-	106,6	-	87,5	-	76,4	-	73,6	2
3		65,9	-	62,8	-	62,8	-	61,8	-	60,7	3

Таким образом, полученные значения приведенных коэффициентов местных сопротивлений –  $\xi_{np}$  для рассмотренных узлов могут быть использованы при расчете поквартирных систем отопления из медных труб.

### Список литературы

1. Ганс Росс. Гидравлика систем водяного отопления. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 365 с.
2. Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканава А.Н. и др. Под ред. И.Г. Старовойра и Ю.И. Шиллера. Внутренние санитарно-технические устройства. (Справочник проектировщика). 3 ч. Часть 1. Отопление. 4-е издание., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
3. Бройда В.А., Валиуллин М.А., Замалеев З.Х., Посохин В.Н. Лабораторный практикум по термодинамике, теплообмену, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха. – Казань: КГАСУ, 2009. – 159 с.
4. Гилязов Д.Г., Валиуллин М.А. Исследование гидравлических сопротивлений приборных узлов из медных труб с трехходовыми и проходными термостатическими клапанами// Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 89-93.

Gulyazov D.G. – candidate of technical sciences, associate professor  
Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor  
E-mail: posohin@kgasu.ru  
Kazan State University of Architecture and Engineering  
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Study of hydraulic characteristics of standardized units of apartment heating systems with copper pipes

#### Resume

Apartment heating system makes it possible to turn off the flat from the central heating system in a high-rise building. This makes it possible to eliminate the accident or to reconstruct heating system without affecting other users. Such system also allows to use the individual devices for control of heat transfer and measurement of heat consumption for each apartment separately. For apartment heating systems can be used special valves of the reinforcement and the collector node. Thus, in the apartment heating systems may use different piping components of heating appliance with different connection schemes heaters and pipes made of different materials. For hydraulic calculations of this system it is important to know the coefficient of hydraulic resistance of heating appliance and collector nodes. Since local resistance of individual elements is located close to each other, the overall resistance of the node cannot be equal to the sum of the individual elements. It is also unknown how the resistances of the nodes changing at different tuning levels of balancing valves and at different positions of valves control the flow of heat transfer agent. The coefficients of local resistance of heating appliance and collecting nodes of heating system of copper tubes with different tuning levels of balancing valves and at different positions of valve control the flow of heat transfer agent are obtained in KSUAE laboratories and can be used in the calculation of such systems.

**Keywords:** reduced coefficient of local resistance, thermostatic valve with bypass, collector nodes and heating appliances of the copper pipes.

#### References

1. Hans Ross. Hydraulics of water heating systems, 5th ed. – SPb.: St. Petersburg, 2009. – 365 p.
2. Bogoslovskij V.N., Krupnov B.A., Skanavi A.N. and others. Internal sanitary-engineering systems. In Three Parts. Part 1. Heating / Edited by I.G. Staroverov and Y. Schiller, 4-th ed., reprocessing and add. – M.: Stroizdat, 1990. – 344 p.
3. Broida V.A., Valiullin M.A., Zamaleev Z.H., Posokhin V.N. Laboratory workshop on thermodynamics, heat and mass transfer, heating, ventilation and air conditioning. – Kazan: KGASU, 2009. – 159 p.
4. Gilyazov D.G., Valiullin M.A. Study of hydraulic resistance of heating appliances made of copper tubes with three-way faucets and thermostatic valves // News KGASU, 2012, № 1 (19). – P. 89-93.

УДК 628.512.002

Зиганшин М.Г. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: mjihan@mail.ru

Шаймуллина Э.А. – аспирант

E-mail: sh.elmira@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Параметры обтекания газовым потоком элементов структуры тканевого фильтра в CFD-модели

#### Аннотация

Проведены численные исследования фильтрации потока в пористой среде посредством методов вычислительной гидродинамики. Начальное состояние фильтровальной ткани моделировалось круглыми препятствиями диаметром 50 мкм в каналах шириной  $2 \cdot 10^{-3}$  м и  $2 \cdot 10^{-4}$  м. Определены скорость обтекания и толщина вязкого подслоя в зависимости от значения числа Рейнольдса для препятствия  $Re_{об}$ . Выявлены особенности обтекания препятствий в диапазоне размеров менее  $10^{-3}$  м.

**Ключевые слова:** фильтрация, численные исследования, параметры обтекания, число Рейнольдса для препятствия, пограничный слой.

Фильтрация запыленного воздуха в тканевом фильтре – стохастический процесс, зависящий от множества различных характеристик потока, взвешенных в нем частиц и пористой среды. Параметры потока, лимитирующие обтекание препятствий в фильтрующей среде, такие как скорость, температура, влажность, начальное давление, тесно взаимосвязаны между собой. Температура и давление влияют на влажность и вязкость потока, а с последней связан характер распределения его скорости у поверхностей препятствий и ограждений. Поэтому далее для сокращения числа возможных сочетаний актуальных параметров в численном эксперименте давление, температура и средняя влажность приняты постоянными, а процесс – происходящим без фазовых переходов.

В задачах фильтрации запыленных потоков также важен учет основных свойств частиц (размера, плотности, концентрации) и пористой среды. В эксперименте изучалась возможность адекватного моделирования геометрии пористой среды тканевого фильтра в начальном состоянии. От него при неизменных характеристиках запыленности потока зависит скорость образования фильтрующего автослоя на ткани. В представленной статье обсуждаются результаты исследования зависимости таких параметров обтекания препятствий, как толщины и профиля скорости вязкого (ламинарного) подслоя, от входной скорости потока в канале, или от числа Рейнольдса для препятствий  $Re_{об}$ .

Параметры обтекания крупных препятствий (с диапазоном размеров от  $10^{-3}$  м) исследованы достаточно полно. Установлено, что вязкий режим обтекания с параболическим профилем изменения скорости от поверхности препятствия к внешнему потоку наблюдается до значения  $Re_{об} \approx 1$ , а переход к потенциальному режиму обтекания завершается при  $Re_{об} \approx 1000$ . Обтекание же мелких препятствий размером  $10^{-4} \dots 10^{-5}$  м исследовано значительно менее полно, хотя такой диапазон размеров достаточно специфичен: за его нижней границей (при размере препятствий порядка нескольких микрометров) поправка Каннингхема на несплошность потока уже перестает быть ничтожно малой величиной. Исследования параметров обтекания одиночных круглых препятствий в диапазоне размеров  $5 \cdot 10^{-5} \dots 2 \cdot 10^{-4}$  м [1, 2] показывают существование ряда заметных отличий от параметров обтекания препятствий сантиметрового и дециметрового диапазона. Установление специфических особенностей обтекания группы мелких препятствий размером  $10^{-4} \dots 10^{-5}$  м должно способствовать нахождению энергетически оптимальных режимов фильтрации.

Для достижения поставленных целей посредством методов вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics, CFD) проведены численные исследования схем обтекания круглых препятствий диаметром 50 мкм в каналах шириной 2000 мкм и

200 мкм. Моделирование выполнялось на основе Рейнольдсова осреднения уравнений Навье-Стокса для потока с турбулентными пульсациями. Рассматривалось изотермическое двумерное течение в пределах значений  $Re_{об}$  от 0,1 до 100. Сжимаемость потока газа не учитывалась, а его плотность и динамическая вязкость приняты постоянными и определены по воздуху для температуры 20 °С:  $\rho = 1,205 \text{ кг/м}^3$ ,  $\eta = 18,1 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ . Начальное состояние фильтровальной ткани моделировалось без учета ворсистости нитей круглыми препятствиями диаметром 50 мкм, расположенными в каналах шириной  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  (рис. 1а) и  $2 \cdot 10^{-4} \text{ м}$  (рис. 1б). Пересечение осей координатной сетки находится в центре канала.

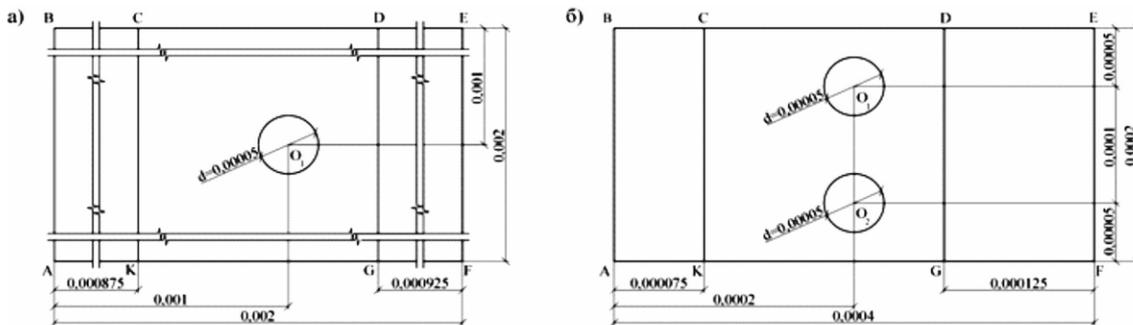


Рис. 1. Схема расположения препятствий в канале:

- а) схема обтекания потоком одиночного препятствия в канале размером 2000x2000 мкм;  
б) схема обтекания потоком двух препятствий в канале размером 400x200 мкм

Центральная часть расчетной зоны за два диаметра до и на один диаметр после препятствий выделена для генерации более мелкой сетки с целью детального изучения характера течения непосредственно перед препятствиями, между ними, а также между ними и ограждениями. В области следа параметры течения рассматривались только непосредственно у поверхности препятствия. Цель изучения характеристик следа в целом не ставилась, т.к. это самостоятельная работа, требующая специфических предварительных исследований по устранению сеточной зависимости.

В первой серии испытаний изучались характеристики обтекания одиночного препятствия круглого сечения диаметром  $D_{об} = 50 \text{ мкм}$ , расположенного в центре канала шириной 2000 мкм с ограждениями, проницаемыми для потока (рис. 1а). Для этого при создании модели на ограждениях канала задавались такие же, как и на выходе из него, граничные условия *pressure-outlet*. Поверхность препятствия задавалась непроницаемой для потока (условие *wall*). Задачей данной серии испытаний было устранение влияния поверхностей соседнего препятствия и ограждения на параметры обтекания одиночного препятствия.

Поскольку эпюры скоростей по сечению канала симметричны относительно его оси, результаты испытаний на рис. 2 представлены только для верхней части канала. Они показывают, что расчетные установки, принятые для данной модели, позволили исключить влияние стенок канала на формирование пограничного слоя у препятствия. Стенки не оказывают влияния на распределение скорости и во внешней части потока. Полученные результаты представляют картину формирования течения в случае, когда поток ощущает действие вязких сил только со стороны препятствия. При вязком обтекании воздействие на поток крупных объектов сантиметрового диапазона сказывается в поперечном направлении на удалении 7-8 диаметров от препятствия, а далее практически достигается скорость невозмущенного потока  $w_{\infty}$ .

Полученное в первой серии испытаний распределение скоростей в режиме вязкого обтекания круглого препятствия диаметром 50 мкм с  $Re_{об} = 0,1$  ( $w_{\infty} = 0,03012 \text{ м/с}$ ) представлено на рис. 2а. В свободной зоне между препятствием и стенкой канала скорость  $w$  растет по параболической зависимости, достигая на расстоянии от поверхности препятствия 345 мкм (т.е. около 7 диаметров) значения 0,0226 м/с, что составляет лишь 75 %  $w_{\infty}$ , на расстоянии 585 мкм (~ 12 диаметров) – 81,3 %  $w_{\infty}$  (0,0245 м/с), и на стенке канала – 87,5 %  $w_{\infty}$  (0,0264 м/с).

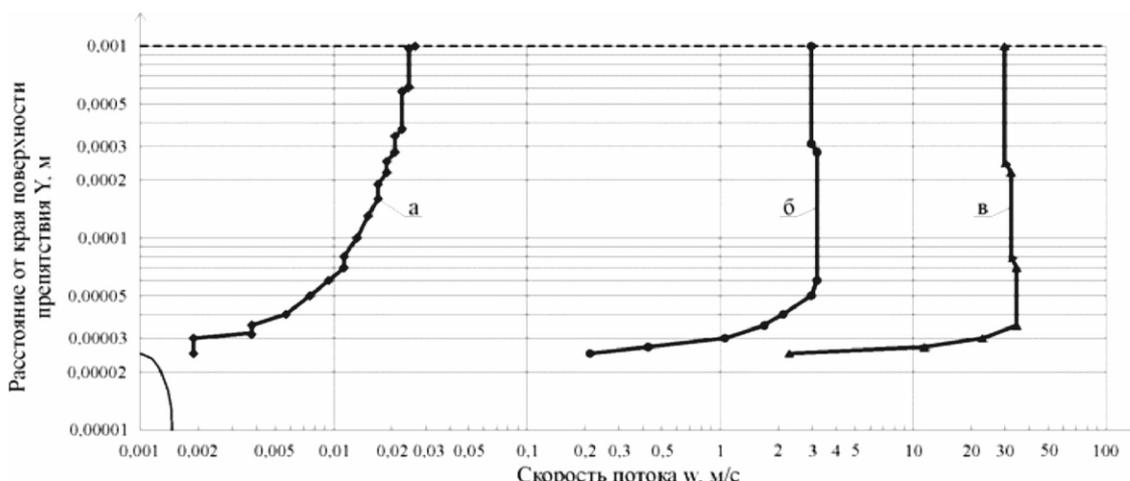


Рис. 2. Распределение скоростей при обтекании потоком одиночного препятствия с проницаемыми ограждениями при  $Re_{об} = 0,1$  (а),  $Re_{об} = 10$  (б),  $Re_{об} = 100$  (в). Штриховой линией показана верхняя проницаемая стенка

Следовательно, скорость потока на удалении  $\sim 20$  диаметров в поперечном направлении от обтекаемого препятствия размером  $10^{-4} \dots 10^{-5}$  м еще заметно (на 12,5 %) отличается от скорости невозмущенного потока, что не характерно для обтекания крупных объектов (сантиметрового диапазона размеров).

Эпюра скоростей режима обтекания с  $Re_{об} = 10$  (рис. 2б) показывает быстрое нарастание скорости в довольно тонком пристенном слое: поток достигает 99 %  $w_{\infty}$  на расстоянии половины диаметра от поверхности препятствия. Далее скорость потока продолжает нарастать, и на расстоянии 0,7 диаметра от препятствия доходит до максимума, который перекрывает на 6 % начальную скорость. Затем на расстоянии более 5,5 диаметров скорость вновь снижается до 99 %  $w_{\infty}$  и далее остается постоянной.

С увеличением  $Re_{об}$  до 100 профиль изменения скорости в вязком подслое становится все более характерным для потенциального течения. Скорость потока уже на расстоянии 0,3 диаметра препятствия достигает максимального значения  $w_{max} = 34,36$  м/с, которое превышает начальное  $w_{\infty}$  на  $\sim 15$  %. Затем на расстоянии 4,5 диаметра от поверхности препятствия скорость потока уменьшается до постоянного значения, составляющего 99 % скорости невозмущенного потока.

Данная серия испытаний также показала специфичность обтекания частиц микрометрового диапазона. При обтекании крупных объектов значение  $Re_{об} = 10$  соответствует начальной области перехода от вязкого к потенциальному режиму, и для эпюры скоростей еще характерна параболическая форма роста скорости потока в достаточно толстом вязком подслое. Характер обтекания мелкого одиночного препятствия при тех же значениях  $Re_{об}$  уже приближается к потенциальному. Одной из причин здесь может быть меньшая удельная затрата энергии в пристенном слое потока при обтекании мелкого препятствия вследствие меньшей толщины вязкой структуры (см. табл.).

Следующая серия испытаний в рамках проводимого численного эксперимента проведена на модели той же геометрии (рис. 1а), но при непроницаемых стенках канала. Целью исследования было выявление влияния удаленных стенок канала, как крупномасштабных объектов, на формирование потока и пограничного слоя около препятствий микрометрового диапазона размеров. Граничные условия те же, кроме верхнего и нижнего ограждений канала, которые в этом случае приняты непроницаемыми для потока (условие wall).

Как и в предыдущем испытании, распределения скоростей по сечению канала получились симметричными относительно его оси. На рис. 3 представлены эпюры скоростей для верхней части канала. Его сравнение с рис. 2 обнаруживает влияние стенок канала и на распределение скоростей потока, и на толщину пограничного слоя. В режиме вязкого обтекания (рис. 3а) при тех же значениях  $Re_{об} = 0,1$  и скорости невозмущенного

потока  $w_{co} = 0,03012$  м/с максимальная скорость в сечении канала  $w_{max}$  составила 0,04 м/с, что на 30 % превышает начальную скорость. Сравнение полученных результатов с режимом  $Re_{об} = 0,1$  предыдущей серии (рис. 2а) позволяет выявить некоторые особенности структуры вязкого слоя при обтекании мелких и крупных объектов.

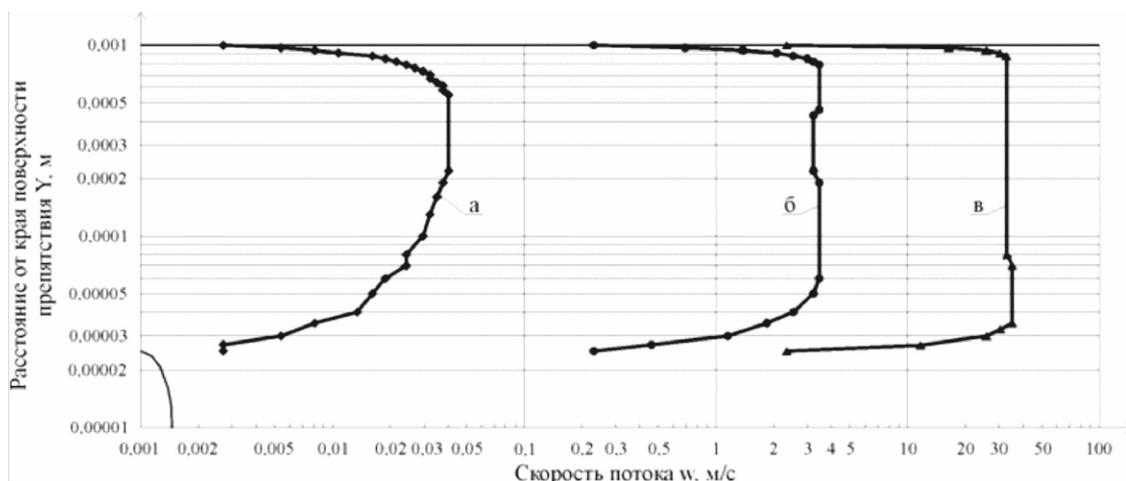


Рис. 3. Распределение скоростей при обтекании потоком одиночного препятствия с непроницаемыми ограждениями при  $Re_{об} = 0,1$  (а),  $Re_{об} = 10$  (б),  $Re_{об} = 100$  (в)

У стенки, представляющей собой крупный объект сантиметрового диапазона размеров, эпюра скоростей в вязком слое (рис. 3а) располагается менее круто, чем у препятствия, оказывающего менее интенсивное сопротивление потоку. К примеру, поток достигает начальной скорости на удалении  $\sim 275$  мкм от поверхности стенки, и порядка 80 мкм от поверхности препятствия, представляющего объект микрометрового масштаба.

Отсутствие (рис. 2а) или наличие (рис. 3а) стенки влияет и на толщину вязкого слоя у препятствия – при наличии стенки она уменьшается. Это может быть результатом стеснения вязкой структуры потока у препятствия энергетически более мощным вязким слоем стенки. На наличие энергетической интервенции со стороны стенки косвенно указывает и стеснение практически невязкого течения. Это проявляется в существенном сужении части потока с постоянным профилем скорости, которая из-за уменьшения сечения становится более чем на  $\frac{1}{3}$  выше скорости невозмущенного потока.

В режимах обтекания с числами  $Re_{об} = 10$  и  $Re_{об} = 100$  влияние удаленных непроницаемых ограждений канала на скорость и толщину вязкого подслоя у препятствия оказалось значительно более слабым (табл., рис. 3б, в), ввиду чего это явление количественно не оценивалось. Обеспечить статистическую достоверность количественной оценки с погрешностью в пределах 5 % для этой серии исследований удалось бы при выполнении на порядок большего (от 50) числа испытаний. Это трудновыполнимо, а для данной серии, по-видимому, и нецелесообразно, поскольку полученные результаты однозначно обнаруживают наличие тренда на увеличение скорости потока и уменьшение толщины вязкого подслоя у препятствия при наложении на течение удаленных непроницаемых ограждений.

Таблица

Вид ограждения канала в серии испытаний	Максимальная скорость потока, м/с, при $Re_{об}$			Толщина вязкой структуры потока, мкм					
				у препятствия, при $Re_{об}$			у ограждения, при $Re_{об}$		
	0,1	10	100	0,1	10	100	0,1	10	100
Проницаемое	0,026	3,18	34,36	> 1000	35	15	-	-	-
Непроницаемое	0,040	3,46	35,08	195	35	10	450	210	120

Результатами данной серии испытаний также зафиксированы различия в переходе обтекания поверхностей стенок (как крупных объектов сантиметрового диапазона размеров) и препятствия (как мелких объектов микрометрового диапазона размеров) от

вязкого режима к потенциальному. Эти различия можно проследить по характеру изменения профиля скорости вязкой части потоков у ограждения и препятствия при увеличении значения  $Re_{об}$  от 0,1 до 100 (рис. 3а, б, в).

В последней серии испытаний исследовалась схема обтекания потоком двух непроницаемых препятствий круглого сечения диаметром  $D_{об} = 50$  мкм в прямоугольном канале  $400 \times 200$  мкм (рис. 1б). Такая схема рассматривалась как приближенная к начальной структуре тканевого фильтра тем, что габариты портов пропуска потоков (проходов между непроницаемыми объектами) соизмеримы по размеру с препятствиями. В данной серии были приняты следующие граничные условия: вход в канал – velocity-inlet, выход из канала – pressure-outlet, ограждения канала и поверхности обоих препятствий – wall.

Распределения скоростей по сечению канала являются симметричными. Поэтому результаты данной серии приведены также только для верхней половины канала (рис. 4).

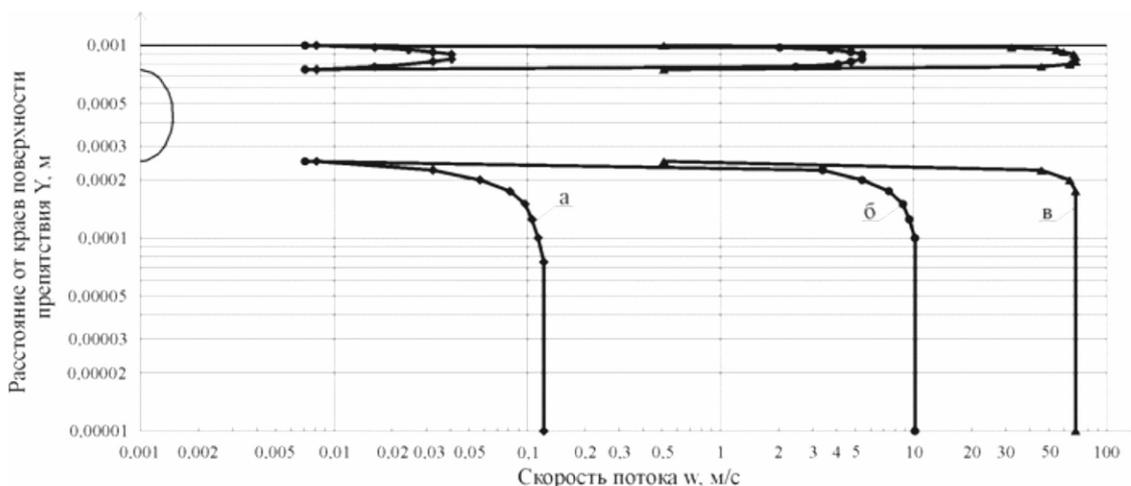


Рис. 4. Распределение скоростей при обтекании потоком двух непроницаемых препятствий при  $Re_{об} = 0,1$  (а);  $Re_{об} = 10$  (б);  $Re_{об} = 100$  (в)

Сравнение с предыдущей серией (рис. 3) показывает, что приближение непроницаемой границы к препятствию оказывает влияние на профиль скорости у поверхности ограждения в режимах обтекания с числом  $Re_{об}$  до 10 (рис. 4а, б). В режиме  $Re_{об} = 100$  профили скоростей вязких структур у ограждения и препятствия сходны с профилями, полученными в серии с удаленными непроницаемыми ограждениями, а толщина вязкого подслоя минимальна (табл.). Однако в данной схеме вязкие структуры непосредственно взаимодействуют друг с другом и при этом режиме. Из-за сильной энергетической интервенции вязкого слоя ограждения зона действия вязкого подслоя у поверхности препятствия сокращается до 10 мкм, но продолжает частично перекрывать промежуток между препятствием и стенкой. Толщина вязкого слоя стенки в этом же режиме составляет 120 мкм (табл.), а значит, друг на друга взаимно влияют вязкие слои даже обеих стенок ограждения канала.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что при фильтрации с  $Re_{об}$  вплоть до 100, т.е. до скоростей, превышение которых в тканевых фильтрах на практике не встречается, зон чистых потенциальных течений в пористой среде не бывает. Структура потока образуется как результат сложного взаимодействия большого числа вязких пограничных слоев у препятствий и ограждений, накладывающихся на отдельные участки потенциальных течений. Так, например, в рамках рассмотренной предельно упрощенной модели фильтрующих элементов из двух круглых препятствий микрометрового и двух плоских ограждений сантиметрового диапазонов размеров прохождение потока регулируется посредством взаимовлияния энергий четырех вязких пограничных слоев двух препятствий с одним потенциальным течением между ними, которые дважды перекрываются вязкими слоями противоположных ограждений. Очевидно, что с любым изменением геометрических характеристик системы изменится и энергетический баланс вязких структур потока.

Следовательно, параметры прохождения потока при фильтрации через пористую среду в определенной степени зависят от структуры фильтра, характерными параметрами которого при использовании тканых материалов являются расстояния между нитями (элементами), формы их сечения, способы сочетания, расположение относительно потока. Это предоставляет возможность оптимизации энергопотребления процесса фильтрации путем подбора оптимальных геометрических параметров пористой среды.

### Список литературы

1. Еремкин А.И., Кошев А.Н., Зиганшин М.Г., Зиганшин А.М. Моделирование инерционного захвата частиц при фильтрации дисперсного потока // Региональная архитектура и строительство, 2008, № 1 (4). – С. 28-34.
2. Зиганшин М.Г., Зиганшин А.М. Полуэмпирическая модель образования автослоя на тканых фильтрационных материалах: Часть 1. Исследование взаимодействия взвешенных частиц и препятствия в потоке // Известия КазГАСУ, 2009, № 1 (11). – С. 181-185.

**Ziganshin M.G.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: mjihan@mail.ru

**Shaimullina E.A.** – post-graduate student

E-mail: sh.elmira@yandex.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### The flow parameters of structure elements of a fabric filter by gas flow in CFD-model

#### Resume

The numerical researches of 50 micrometer in diameter obstacles model flow in channels  $2 \cdot 10^{-3}$  m and  $2 \cdot 10^{-4}$  m wide are carried out by means of the methods of computational fluid dynamics. The two-dimensional flow are considered at values of Reynolds number for an obstacle  $Re_{ob}$  equal 0,1, 10, 100. The obstacles are analogies of fibers and threads of fabric filters.

The purpose of the work was to determine the main parameters of the obstacles flow depending on  $Re_{ob}$ . The flow characteristics of a single obstacle, influence of adjacent elements (channel walls, neighboring obstacles) on formation of the flow and the boundary layer around the obstacles are studied as a result of the researches. Velocity of flow and thickness of viscous layer around the obstacles are determined. The features of the obstacles flow in the range of sizes less than  $10^{-3}$  m are revealed.

As a result of the researches it is determined that the parameters of flow filtration in the porous medium change in the sufficiently wide range depending on its geometric characteristics.

**Keywords:** filtration, numerical researches, parameters of flow, Reynolds number for obstacle, boundary layer.

#### References

1. Eremkin A.I., Koshev A.N., Ziganshin M.G., Ziganshin A.M. The modeling inertial capture of particles at the filtration of the disperse flow // Regional architecture and construction, 2008, № 1 (4). – P. 28-34.
2. Ziganshin M.G., Ziganshin A.M. The on weaving filtration materials an autolayer formation half empirical model. A part 1. Research interaction of the weighed particles and obstacle in the flow // News of the KSUAE, 2009, № 1 (11). – P. 181-185.

УДК 536

Манешев И.О. – аспирант

E-mail: ivan-maneshev@yandex.ru

Правник Ю.И. – инженер

E-mail: Gust.Sim.@mail.ru

Садьков Р.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: Sadykov\_R\_A@mail.ru

Сафин И.А. – студент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Еремин С.А. – главный инженер

E-mail: keo@Citydom.ru

МУП ПО «Казэнерго»

Адрес организации: 420021, Россия, г. Казань, ул. Тукая, д. 162

### Экспериментальное определение коэффициентов теплопроводности и эффективности сверхтонких теплоизоляционных покрытий\*

#### Аннотация

Представлена экспериментальная установка для определения коэффициентов теплопроводности и эффективности сверхтонких теплоизоляционных покрытий (СТП) с применением многослойной плоскопараллельной стенки и терморегулируемого источника теплоты, с измерением температуры термопарами между слоями стенки. Определены коэффициенты теплопроводности и эффективности теплоизоляции четырёх СТП: «Astratec», TSM «Ceramic», Teplos-top, Moutrical, с целью их взаимного сравнения и проверки предлагаемого способа определения этих коэффициентов аналогично исследовались пенополиуретановый (ППУ) и пенополистироловые (ППС) теплоизоляторы, теплофизические коэффициенты которых общеизвестны.

**Ключевые слова:** сверхтонкие теплоизоляционные покрытия, удельный тепловой поток, коэффициент теплопроводности, коэффициент эффективности теплоизоляции, многослойная плоскопараллельная стенка, поверхностная плотность потока теплоты.

#### Введение

Одним из способов энергосбережения является уменьшение потерь теплоты от его генерации до места потребления. С этой целью ведутся поиски новых высокоэффективных теплоизоляционных материалов, отвечающих современным требованиям. Правильное и точное экспериментальное исследование коэффициентов теплопроводности и эффективности таких материалов приобретает большое прикладное значение. В работе рассматривается способ определения этих коэффициентов для СТП и сравнение их с известными теплоизоляционными материалами.

#### Описание и работа экспериментальной установки

На рис. 1 показана установка для определения коэффициентов теплопроводности –  $\lambda_n$  и эффективности –  $\eta$  СТП. Основное устройство (У) установки включает: терморегулируемый электронагреватель 1; многослойную плоскопараллельную стенку (с. 1) и (с. 2) с теплоизоляцией 8 и термопарами ТП. Режим работы теплоисточника регулируется автотрансформатором 2, поддерживается постоянным с помощью стабилизатора 3 и контролируется амперметром 4 и мультиметром 5. Термопары соединяются с ТРМ 138 измерителем-регулятором 6, откуда сигнал передаётся на компьютер 7.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (соглашение № 14.В37.21.0296 в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», 2009-2013.

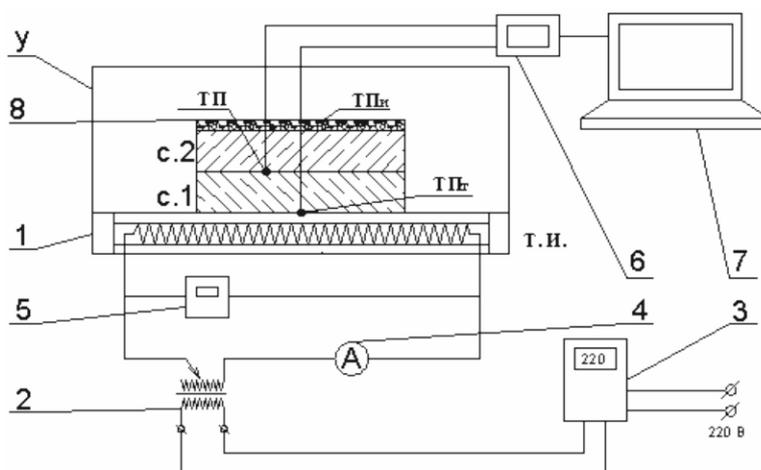


Рис. 1. Схема опытной установки для определения коэффициентов теплопроводности и эффективности СТП:

1 – терморегулируемый электронагреватель; 2 – ЛАТР; 3 – стабилизатор; 4 – амперметр; 5 – мультиметр; 6 – измеритель-регулятор ТРМ 138; 7 – компьютер; с. 1 и с. 2 – слои стенки; 8 – теплоизоляция; У – устройство

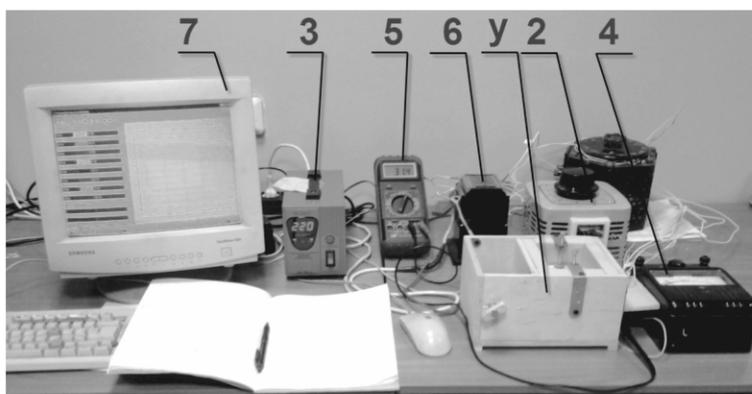


Рис. 2. Фотография установки для определения  $\lambda_n$  и  $\eta$  СТП:  
У – устройство; 2 – ЛАТР; 3 – стабилизатор; 4 – амперметр; 5 – мультиметр; 6 – измеритель-регулятор ТРМ 138; 7 – компьютер

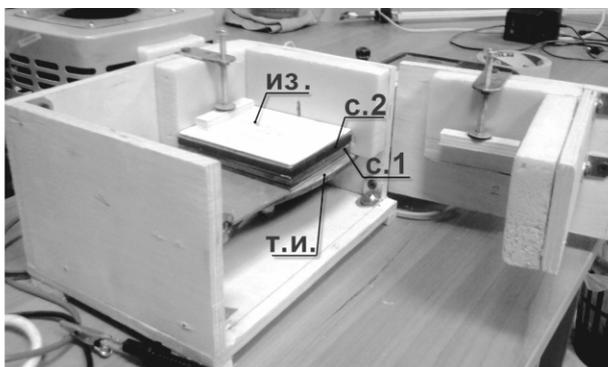


Рис. 3. Фотография устройства для определения  $\lambda_n$  и  $\eta$  СТП с теплоизоляцией, устройство открыто:  
ИЗ. – изоляция; С. 1, С. 2 – слои стекла;  
Т.И. – теплоисточник

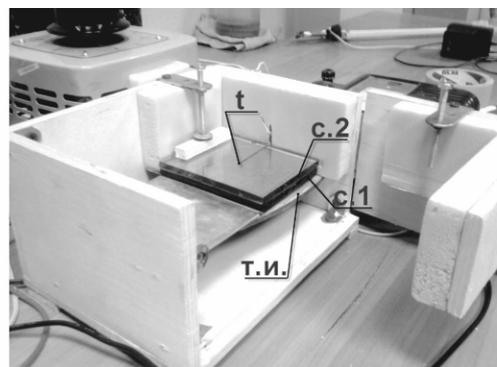


Рис. 4. Фотография устройства для определения  $\lambda_n$  и  $\eta$  СТП без теплоизоляции, устройство открыто:  
t – точка измерения температуры термопарой; С. 1, С. 2 – слои стекла;  
Т.И. – теплоисточник

## Подготовка к экспериментам

Для измерения температуры между слоями в многослойной плоскопараллельной стенке термопарами (хромель-копелевые ХК) использовались металлические пластины (стальные), равные толщине измерительного спая термопары, с прорезью в них, позволяющих измерять температуру в центре поверхности слоя (рис. 4). Благодаря пластинам достигалось плотное прилегание слоёв и минимизировалось влияние окружающей среды на показание термопар [1].

Измерение температур наружной поверхности слоя производилось термопарами, контактным термометром ТК-5.01 и пирометром (рис. 5). Показания температур, измеренных термопарой, отличались на 9-11 °С от показаний термометра ТК-5.01 и пирометра. Очевидно, сказывалось влияние окружающей среды на термопару. Поэтому (рис. 5 а): температура наружной поверхности верхнего слоя определялась из выражения согласно закону Фурье (стационарный режим):

$$t_n = 2t - t_r, \quad (1)$$

Эта формула выведена при  $\frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}} = \frac{\lambda_{c1}}{\delta_{c1}}$ .

При  $\frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}} \neq \frac{\lambda_{c1}}{\delta_{c1}}$  она будет:

$$t_n = t - \frac{\delta_{c2} \lambda_{c1}}{\lambda_{c2} \delta_{c1}} (t_r - t), \quad (2)$$

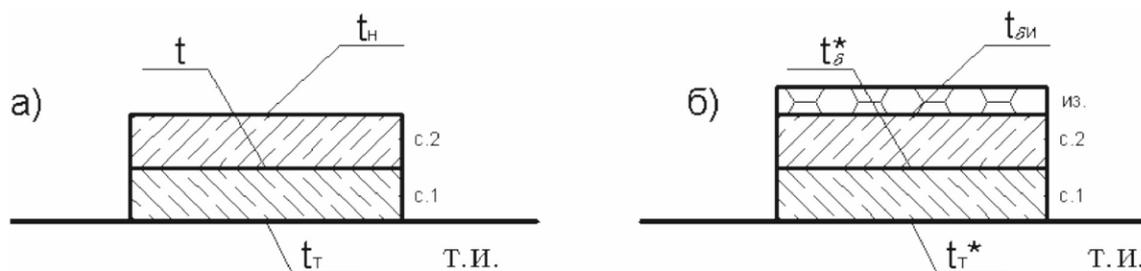


Рис. 5. Схема для определения коэффициента теплопроводности СТП:

Т.И. – теплоисточник;  $t_r$  и  $t_r^*$  – температура теплоисточника под первым слоем стекла;  
С. 1 – первый слой стекла, С. 2 – второй слой стекла;  $t$  и  $t^*$  – температура между слоями стёкол,  
 $t_n$  – вычисляемая температура на наружной поверхности верхнего слоя стекла без применения теплоизоляции;  $t_n$  – температура контактной поверхности изоляции и поверхности верхнего слоя стекла

Теплоизолятор наносили на металлическую пластину толщиной  $d_n=0,001$  м. Металл, имеющий высокий коэффициент теплопроводности, передаёт температуру практически без изменений [2]. Необходимое количество СТП аккуратно наносится на горизонтально установленную поверхность и равномерно распределяется по всей плоскости. В результате высыхания образуется ровная поверхность СТП без нарушения структуры материала.

Проверка установки на работоспособность проводилась по равенству удельных тепловых потоков в слоях (кроме слоя СТП) [3] во время экспериментов по определению  $\lambda_n$  и  $\eta$ . В экспериментах отклонения величин удельных тепловых потоков было не больше  $\Delta q = \pm 4,5\%$ , (определялось по выражению:  $\Delta q = \pm \frac{q_1 - q_2}{\sum_1^n q_n / n} \cdot 100\%$ , где числитель –

разность удельных тепловых потоков слоёв, знаменатель – среднеарифметическое этих потоков).

Известно, что равенство удельных тепловых потоков:  $q_1=q_2$  в двухслойной плоскопараллельной стенке возможно в следующих случаях:

- 1)  $\frac{\lambda_1}{\delta_1} = \frac{\lambda_2}{\delta_2}$  при  $(t_1 - t_2) = (t_2 - t_3)$ , хотя возможно  $\lambda_1 \neq \lambda_2$  и  $\delta_1 \neq \delta_2$ ;
- 2)  $\frac{\lambda_1}{\delta_1} > \frac{\lambda_2}{\delta_2}$  при  $(t_1 - t_2) < (t_2 - t_3)$  (при условии взаимокompенсации).

В случае с СТП удельный тепловой поток изоляции не равняется тепловым потокам слоёв, т.к. теплопроводность стекла  $\lambda_c=0,74 \text{ Вт/м}^0\text{С}$  [3], толщина  $d_c=0,0058 \text{ м}$ , поэтому  $\frac{\lambda_c}{\delta_c} = 127,59 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С}$ , у TSM Ceramic (по рекламным данным)  $\lambda_n=0,001 \text{ Вт/м } ^0\text{С}$ , а

$d_n=0,0005 \text{ м}$  и их отношение равно  $\frac{\lambda_u}{\delta_u} = 2 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С}$ . Учитывая, что перепад температур на

изоляции по результатам проведённых экспериментов на разных режимах работы теплоисточника ( $60^0\text{С}$ ,  $90^0\text{С}$  и  $150^0\text{С}$ ) не превышает 10 градусов, о компенсации температурой не может быть и речи. Многочисленные эксперименты подтверждают это. Однако, если теплопроводность стекла приравнять к теплопроводности СТП, т.е.  $\lambda_c/d_c=\lambda_n/d_n$  (в этом случае  $d_c=0,37 \text{ м}$ ), то при равенстве удельных тепловых потоков можно получить искомую величину, близкую к значению рекламируемой. Это не противоречит науке (мало того, рекомендуется подбирать материал, по которому определяют коэффициент теплопроводности, близкий по термическому сопротивлению к искомому [3]). Это способ подгонки под желаемое. По-видимому, на данном этапе классическим способом, через равенство удельных тепловых потоков, определить коэффициент теплопроводности не удастся. Поэтому решили идти другим путём.

### Определение коэффициента теплопроводности СТП

Рассмотрим удельные тепловые потоки в слоях многослойной плоскопараллельной стенки (рис. 5). Раскроем скобки в уравнении теплового потока одного из слоёв:

$$q=(\lambda_{c2}/d_{c2})(t_r-t)=(\lambda_{c2}/d_{c2})t_r-(\lambda_{c2}/d_{c2})t.$$

Получим разность поверхностной плотности теплоты нижней и верхней поверхностей слоя [4], которые являются изотермическими полями температур. В контактной части поверхностей двух слоёв (рис. 5) эти поверхностные плотности теплоты выражаются через теплопроводности материалов обоих слоёв.

Для определения коэффициента теплопроводности СТП составили двухслойную плоскопараллельную стенку из слоёв стекла (рис. 5) одинаковой толщины  $d_c=0,0058 \text{ м}$  и коэффициентом теплопроводности  $\lambda_c=0,74 \text{ Вт/м}^0\text{С}$ . (Опыты проводились и на стёклах  $d_c=0,00226 \text{ м}$ , и  $d_c=0,00375 \text{ м}$ . Результаты практически были те же). На верхнем слое стекла (с. 2) (рис. 5 б) прикреплялась металлическая пластина с нанесённым на ней слоем СТП. Эксперимент проводился следующим образом: сначала нагревалась стенка без изоляции до максимальных значений температур, определялась температура  $t_n$  по (1), устанавливалась пластина, покрытая слоем исследуемой изоляции, и на том же термостационарном режиме снимались показания температур в соответствующих точках.

Поверхностная плотность тепла  $\theta$ , проходящая через наружную поверхность верхнего слоя (с. 2) без изоляции в единицу времени (рис. 5 а), будет:

$$\theta = \frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}} t_n,$$

где:  $t_n$  – температура неизолированной наружной поверхности верхнего слоя стекла, вычисленная по (1).

То же самое с изоляцией (рис. 5 б) будет:

$$\theta_u^* = \frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}} t_{\delta_u},$$

где  $t_n$  – температура изолированной наружной поверхности верхнего слоя при одном и том же термостационарном режиме источника тепла.

То же самое на контактной поверхности СТП под изоляцией (рис. 5 б) будет:

$$\theta_u = \frac{\lambda_u}{\delta_u} t_{\delta u}.$$

Условие сохранения тепловой энергии в контактной поверхности верхнего слоя стекла и СТП (рис. 5 б) с учётом поверхностной плотности тепла неизолированной поверхности слоя стекла (рис. 5а) можно представить равенством, подтверждённым опытами:

$$\theta_u^* = \theta + \theta_u.$$

Отсюда:

$$\theta_u = \theta_u^* - \theta,$$

подставляя их значения и решая, получим:

$$\lambda_u = \delta_u \frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}} \left( 1 - \frac{t_n}{t_{\delta u}} \right). \quad (3)$$

### Определение коэффициента эффективности СТП

Коэффициент эффективности теплоизоляции [5] по определению выражается:

$$\eta_u = 1 - \frac{q_{cu}}{q_{\delta u}}, \quad (4)$$

где:  $q_{cu}$  и  $q_{\delta u}$  – соответственно удельные тепловые потоки с теплоизоляцией и без неё.

Удельный тепловой поток без теплоизоляции (рис. 5 а) может быть выражен:

$$q_{\delta u} = \frac{\lambda_{c1}}{\delta_{c1}} (t_T - t) = \frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}} (t_T - t),$$

где:  $t_T$  и  $t$  – температуры источника тепла и между слоями неизолированной многослойной стенки (рис. 5 а);  $\frac{\lambda_{c1}}{\delta_{c1}} = \frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}}$ .

Удельный тепловой поток с применением теплоизоляции (рис. 5 б) при том же термостационарном режиме работы источника тепла будет:

$$q_{cu} = \frac{\lambda_{c2}}{\delta_{c2}} (t_{\delta}^* - t_{\delta u}),$$

где:  $t_{\delta}^*$  и  $t_{\delta u}$  – температуры между слоями в контактных поверхностях слоёв стекла и между слоем стекла и изоляции. Подставляя их значения в (4) и решая, получим:

$$\eta_u = 1 - \frac{t_{\delta}^* - t_{\delta u}}{t_T - t}. \quad (5)$$

Результаты измерений и расчётов в таблице.

Таблица

#### Результаты определений коэффициентов теплопроводности и эффективности теплоизоляторов

Материал	TSM Ceramic	Astratec	Teplos-Top	Moutrical	ППС	ППУ	ТЗП	ППУ-1
$\delta$ м	0,00075	0,0006	0,0005	0,0007	0,006	0,0045	0,00372	0,0027
$t_T$ °C	87,38	86,11	74,02	76,07	74,88	73,96	97,39	90,41
$\lambda_u$ Вт/м °C	0,0056	0,0036	0,0026	0,00542	0,035	0,0525	0,0759	0,048
$\eta_u$ %	10,5	18	24,49	31,2	47,0	49,0	27,3	44,7

Здесь  $\lambda_n$  и  $\eta_n$  определялись по (3) и (5) соответственно. Величина отклонений удельных тепловых потоков в слоях не превышала  $\Delta q = \pm 4,5$  %. (Равенство удельных тепловых потоков и максимальное значение температуры обоих термостационарных режимов работы устройства являются критерием кондиционности эксперимента).

Все эксперименты проводились в помещении с обычными бытовыми условиями при температуре окружающей среды  $t_0 = +17 \div +23$  °C.

Заслуживает внимания эксперимент по определению теплофизических свойств теплоизолятора, состоящего из СТП Astratec и традиционного теплоизолятора пенополиуретана (ППУ). Коэффициент теплопроводности этой двухслойной комбинации теплоизоляции равен  $\lambda_n = 0,05$  Вт/м°С, а коэффициент эффективности теплоизоляции  $\eta_n = 70$  %, который превышает коэффициенты эффективности обоих теплоизоляторов по отдельности (табл.).

### Заключение

Собранная экспериментальная установка обеспечивает погрешность измерений, которая оценивалась в соответствии с требованиями ГОСТ 8.310-90. Расчёты проводились по среднеквадратичному отклонению от номинала, не выходящему из доверительного интервала 0,95, с использованием закона Стьюдента (Госсета) [6] по десяти выборкам.

В результате получили погрешности измерений: температур  $\delta t = \pm 0,2$  %; удельных тепловых потоков  $\delta q \leq \pm 3$  %; коэффициента теплопроводности  $\delta \lambda = \pm 5$  % и коэффициента эффективности теплоизоляции  $\delta \eta = \pm 4$  %.

Многочисленными экспериментами подтверждена работоспособность разработанной установки. Диапазон измерений коэффициента теплопроводности этой установки лежит в пределах **0,09 ÷ 0,001** Вт/м °С. Надо помнить, что толщина слоя СТП должна быть равной или близкой к толщине слоя покрытия рабочего узла.

Данная методика определения коэффициентов теплопроводности и эффективности может использоваться для экспресс-анализа интересующих теплоизоляторов, ожидаемый коэффициент теплопроводности которых укладывается в указанный диапазон измерений установки.

Применяемый способ отличается от стандартных тем, что:

- теплоизоляция исследуется в нём, находясь в своём рабочем состоянии;
- свойства теплоизоляции определяются по результатам влияния её на изолируемый объект;
- возможно получение коэффициентов теплопроводности и эффективности теплоизоляции при температурных режимах источника тепла и окружающей среды, имитирующих работу теплоизоляции в производственных условиях;
- на установке можно определить толщину теплоизоляции, обеспечивающую наибольшую эффективность;
- есть возможность определить температуру теплоносителя, выдерживаемую теплоизоляцией;
- найденные коэффициенты теплопроводности (таблица) традиционных теплоизоляторов пенополистирола ППС, пенополиуретана ППУ и ППУ-1, близкие к стандартным значениям, позволяют надеяться, что указанный способ определения коэффициента теплопроводности достоверен.

Коэффициент теплопроводности теплоизолятора Astratec, найденный ВолГАСУ [7],  $\lambda = 0,02$  Вт/м°К по прибору ИТП-МГ4 и не мог получиться иным, т.к. диапазон измерения прибора 0,02-1,5 Вт/м °К и точность измерений  $\pm 7$  %. Нами был получен коэффициент теплопроводности TSM Ceramic тоже в этих пределах по прибору ИТС-1, который имеет диапазон измерений 0,02-1,5 Вт/м °К и точность измерений  $\pm 5$  %.

### Список литературы

1. Правник Ю.И., Садыков Р.А., Манешев И.О., Ерёмин С.А. Устройство для измерения термopарми температуры между плоскими твердыми телами. Патент на полезную модель РФ № 117618 от 27.06.12.
2. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. – М.: Изд-во «Наука», 1964. – 247 с.
3. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Изд-во «Энергия», 1977. – 343 с.
4. Воронин Г.И. Основы термодинамики и теплопередачи. – М.: «Оборонкиз», 1958. – 342 с.
5. Злобин А.А., Курятов В.Н., Мальцев А.П., Медведева И.Ю., Романов Г.А. Примеры энергетического обследования промышленных предприятий // «Практика энергоаудита и энергосбережения», 2008, № 4 (8). – С. 20-21.
6. Зайдель А.М. Ошибки измерений физических величин. – Л.: Изд-во «Наука», 1974. – 107 с.
7. Определение теплофизических параметров теплоизоляционного материала «Астратек» нестационарными методами // [http://www.astratek.ru/information/teplofizika\\_astrotek/](http://www.astratek.ru/information/teplofizika_astrotek/) (дата обращения: 11.09.12).

**Maneshev I.O.** – post-graduate student

E-mail: [ivan-maneshev@yandex.ru](mailto:ivan-maneshev@yandex.ru)

**Pravnik Y.I.** – engineer

E-mail: [Gust.Sim@mail.ru](mailto:Gust.Sim@mail.ru)

**Safin I.A.** – student

**Sadykov R.A.** – doctor of technical science, professor

E-mail: [Sadykov\\_R\\_A@mail.ru](mailto:Sadykov_R_A@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1

**Eremin S.A.** – chief engineer

E-mail: [keo@Citydom.ru](mailto:keo@Citydom.ru)

**MUE PA «Kazenergo»**

The organization address: 420021, Russia, Kazan, Tukay str., 162

### Experimental determination of coefficients of heat conductivity and efficiency of superthin heat-insulating coverings

#### Resume

Currently, the heat loss through the surface of heat that are heat transport artery, reaching 15-30 % of heating consumes more than 400 million tons of fuel per year, and the heat loss is approximately 62 mln.t.u.t. / year. All this is laid in the rate and is payable by the consumer.

Hence the importance of high-quality and high-performance insulation, the effectiveness of which is determined primarily by the thermal conductivity insulating material, which determines the required thickness of the insulation layer.

Hence the need to find more and more heat insulators with improved thermal properties.

And this in turn raises the problem of finding the thermal conductivity of the heat insulator. Obviously, there are hopes that superthin insulating coating in some way to meet these needs. Quite obviously follows from this problem of determining their thermal properties.

This article attempts to answer this challenge. The authors have created a design for the determination of thermal conductivity and efficiency of superthin insulating coatings. Developed a method for their determination. Conducted experiments to determine happy these coefficients for materials: TSM Ceramic, Astratec, Teplos-Top, Moutrical, PPP and PRP, which are close to the advertised. Of course, this work still requires further development and more trials. But the results gives us some hope.

**Keywords:** superthin insulating coating, heat flux, thermal conductivity, coefficient of thermal efficiency, multi-plane-parallel walls.

### References

1. Pravnik Y.I., Sadykov R.A., Maneshev I.O., Eremin S.A. A device for measuring temperature with thermocouples between flat solids. Utility patent RF № 117618 from 27.06.12.
2. Koshkin N.I., Shirkevich M.G. Handbook of elementary physics. – M.: «Nauka», 1964. – 247 p.
3. Mikheev M.A., Mikheeva I.M. Fundamentals of Heat Transfer. – M.: Publishing House of the «energy», 1977. – 343 p.
4. Voronin G.I. Fundamentals of thermodynamics and heat transfer. – M.: «Oborongiz», 1958. – 342 p.
5. Zlobin A.A. Kuryatov V.N., Maltsev A.P., Medvedev I.Y., Romanov G.A. Examples of energy audits of industrial enterprises // «The practice of energy audits and energy saving», 2008, № 4 (8). – P. 20-21.
6. Seidel A.M. Measurement error of the physical quantities. – L.: Publishing House «Nauka», 1974. – 107 p.
7. Determination of thermal parameters of heat insulation material «Astratek» nonstationary methods // [http://www.astratek.ru/information/teplofizika\\_astrotek/](http://www.astratek.ru/information/teplofizika_astrotek/) (reference date: 11.09.12).

УДК 696. 48

**Правник Ю.И.** – инженер

E-mail: Gust.Sim.@mail.ru

**Рахимов Р.Г.** – магистр

**Фаизов А.И.** – бакалавр

**Манешев И.О.** – аспирант

E-mail: ivan-maneshev@yandex.ru

**Садыков Р.А.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: Sadykov\_R\_A@mail.ru,

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Ерёмин С.А.** – главный инженер

E-mail: keo@Citydom.ru

**МУП ПО «Казэнерго»**

Адрес организации: 420021, Россия г. Казань, ул. Тукая, д. 162

### **Исследование и расчёт водоподогревателя спирального типа ВПС-200\***

#### **Аннотация**

Приводится краткое описание и расчёт водоподогревателя спирального типа ВПС-200 [1]. Водоподогреватель представляет собой теплообменный аппарат с теплоисточником – газовой горелкой инфракрасного излучения (ГТИИ), обогревающей стальной диск, через который по спиральному каналу протекает вода. Сдвоенный аппарат представляет собой модуль МВПС-400. Четыре таких модуля способны обеспечить отопление и горячее водоснабжение десятиэтажного пятиподъездного жилого дома. Модуль, установленный на шасси КАМАЗа, может использоваться как мобильная тепловая установка для МЧС, в качестве стационарной крышной котельной, а также в районах, отдалённых от централизованных источников тепла.

**Ключевые слова:** теплообмен, водоподогреватель, нагреваемая вода, теплоноситель, температура, скорость потока, канал.

#### **Введение**

В современных условиях постоянного роста стоимости энергоносителей, требований сокращения выбросов в окружающую среду актуальной становится проблема создания энергосберегающих и экологически безопасных установок. Предлагаемая модульная установка в определённой мере отвечает вышеуказанным условиям.

#### **Конструкция водоподогревателя спирального**

Модуль водоподогревателей спиральных мощностью 400 кВт (МВПС-400) (рис. 1) представляет собой сдвоенный ВПС-200, включающий два стальных плоских диска 1, разделённых между собой тонкой медной пластиной 2. Стороны дисков 1, соприкасающиеся с пластиной 2, имеют спиральные каналы для протока нагреваемой среды (в нашем случае, воды). Направление потоков нагреваемой воды у одного диска от центральной части витка, во втором диске с периферийной. Длина спирали может составлять десятки метров, площадь поверхности теплообмена может быть больше площади диска. Такая конструкция компактна, повороты потока обеспечивают дополнительный тепловой эффект.

Противоположные стороны дисков 1 плоские с окисленными шероховатыми поверхностями, что повышает степень черноты стали. К ним крепятся газовые горелки инфракрасного излучения 3 (ГТИИ). Диски вместе с ГТИИ скрепляются по периферии болтами, в центре – болтом с гайкой 5 специальной конструкции, обеспечивающие

\*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (соглашение № 14. В37. 21. 0296 в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы).

герметичность соединения и прочность всей конструкции. ГТИИ работают на основе беспламенного сгорания газо-воздушной смеси внутри керамической плитки с микроотверстиями и не требуют удаления выхлопных газов через отводящую трубу. Температура нагрева излучаемой поверхности составляет 850-900 °С.

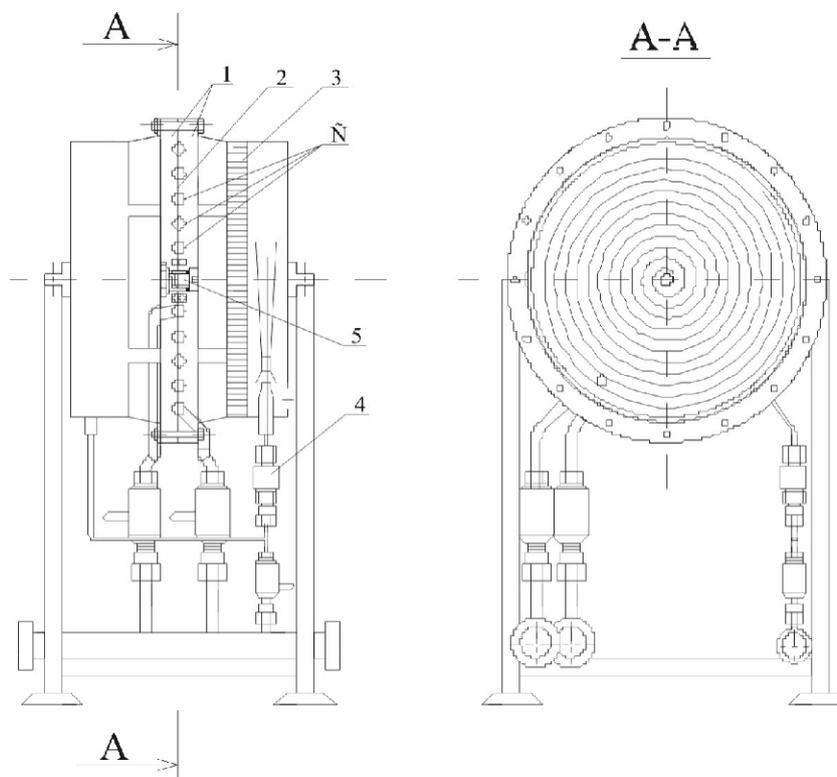


Рис. 1. Модуль водоподогревателей спиральных МВПС-400:  
1 – диск; 2 – пластина; 3 – газовая горелка инфракрасного излучения (ГТИИ);  
4 – электроклапан газа (ЭПК); 5 – центральный болт с гайкой

Излучение аналогично обычному свету и проникает через воздух практически без потерь. Инфракрасный излучатель экономит энергию до 30-60 %, прост в обслуживании, имеет высокий уровень безопасности; снабжён безопасным воспламенителем с контролем пламени; газовым электроклапаном с редуктором газа, термопарой и системой контроля розжига. Температура поддерживается заданной отключением и включением ЭПК поз. 4 (рис. 1) одного из дисков, экономичным, компактным и относительно простым в эксплуатации устройством.

### Расчёт водоподогревателя спирального ВПС-200

#### А. Определение геометрии проточной части диска

1. Определение площади  $f_n$  излучаемой поверхности ГТИИ [2]:

$$f_n = \frac{V_r \cdot Q_n^p}{q_y} = \frac{12,95 \cdot 8000}{11 \cdot 10^4} = 0,94 \text{ м}^2,$$

где:  $V_r$  – номинальный расход газа через одну насадку ГТИИ ( $\text{м}^3/\text{ч}$ );  $Q_n^p$  – низшая теплота сгорания ( $\text{ккал}/\text{м}^3$ );  $q_y$  – удельная нагрузка керамической плитки, равна  $11 \div 14$  ( $\text{ккал}/\text{см}^2$ ). (Величины параметров заимствованы из прототипа, изменённого с учётом требуемой мощности водоподогревателя).

2. Определение диаметра облучаемой поверхности диска:

$$D = \sqrt{f_n / \pi / 4} = \sqrt{0,94 / 0,785} = 1,1 \text{ м}$$

3. Выбранный прототип ГГИИ имеет коэффициент полезного действия  $\eta = 0,97$ , рабочую мощность  $Q_{пр} = 175,6 \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} = 203,7 \text{ кВт}$  (требуемая мощность  $Q_{пр} = 200 \text{ кВт}$ ), поэтому номинальная мощность будет:

$$Q_{ГН} = Q_{пр}/\eta = \frac{175,6}{0,97} = 181 \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} = 210 \text{ кВт}.$$

4. Количество воды, протекающее в одном диске водоподогревателя и воспринимающее тепло данной мощности [2]:

$$V_в = \frac{Q_{пр} \cdot 1000}{(i_2 - i_1) \gamma} = \frac{175,6 \cdot 1000}{(90,0 - 5,1) \cdot 999,8} = 2,13 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где:  $i_2$  и  $i_1$  – теплосодержание воды при температурах  $t_2=90,0$  °С и  $t_1=5,0$  °С соответственно (ккал/кг);  $\gamma$  – удельная плотность воды (кг/м<sup>3</sup>).

5. Задаёмся диаметром трубок входа и выхода водоподогревателя:  $d_в = 0,02$  м.

6. Проходное сечение спирального канала потока нагреваемой воды представляет половину площади проходного сечения отвод и имеет форму полукруга. Диаметр этого полукруга будет равен:

$$d_{вк} = d_в \cdot \sqrt{2} = 0,02 \cdot \sqrt{2} = 0,028 \text{ м}.$$

7. Эквивалентный диаметр канала нагреваемой воды:

$$d_3 = \pi \cdot d_{вк} / (\pi + 2) = \pi \cdot 0,028 / (\pi + 2) = 0,017 \text{ м}.$$

8. Скорость потока нагреваемой воды в канале:

$$W_{вк} = V_в / (0,785 \cdot d_3^2 \cdot 3600) = 2,13 / (0,785 \cdot 0,017^2 \cdot 3600) = 2,60 \text{ м/с}$$

9. Длина спирали:

$$l_{вк} = (f_н - f_б) / (d_{вк} + \delta_к) = (0,94 - 0,038) / (0,028 + 0,01) = 24 \text{ м},$$

где:  $f_б = 0,785 \cdot D_б^2 = 0,785 \cdot 0,07^2 = 0,038 \text{ м}^2$  – площадь диска, отводимая под центральный болт с гайкой;  $D_б$  – диаметр окружности, ограничивающей площадь, отводимую под центральный болт;  $\delta_к = 0,02$  м – толщина перегородки канала в витке.

10. Площадь поверхности теплообмена:

$$f_{вк} = \pi \cdot d_{вк} l_{вк} / 2 = \pi \cdot 0,028 \cdot 24 / 2 = 1,04 \text{ м}^2.$$

11. Толщина диска:  $\Delta = 0,5 \cdot d_{вк} + \delta_с = 0,5 \cdot 0,028 + 0,006 = 0,02$  м,

где  $\delta_с$  – толщина части диска, не проточенной под спиральный канал.

## Б. Тепловой расчёт ВПС

1. Температура нагрева стального диска  $t_м$  теплообменника со стороны ГГИИ [3]:

$$t_м = 100 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{t_к + 273}{100}\right)^4 - \frac{Q_{пр}}{\epsilon_n \cdot 5,68 \cdot f_н}} - 273 =$$

$$= 100 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{800 + 273}{100}\right)^4 - \frac{210}{0,87 \cdot 5,68 \cdot 1,2}} - 273 = 799,3 \text{ °С},$$

где  $\epsilon$  – степень черноты железа с окисленной шероховатой поверхностью;

$t_к$  – температура излучательной поверхности (°С) ГГИИ;  $Q_р$  – рабочая мощность ВПС-200 (кВт).

Можно предположить, что температура стального диска со стороны потока нагреваемой воды будет такая же, т.к. теплопроводность стали достаточно велика.

2. Число Рейнольдса:

$$Re = W_{вк} d_3 / \nu = 2,60 \cdot 0,017 / 0,33 \cdot 10^{-6} = 133939,6,$$

где  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости (м<sup>2</sup>/с) нагреваемой воды при температуре +90 °С.

3. Имеем дело с поперечным теплообменом одной трубы. Поток воды турбулентный. Поэтому используем уравнение:

$$Nu = 0,25 \cdot Re^{0,60} \cdot Pr_f^{0,38} \cdot (Pr_f / Pr_б)^{0,25} = 0,25 \cdot 133939,6^{0,6} \cdot 1,99^{0,38} \cdot (1,99 / 11,47)^{0,25} = 250,2,$$

где:  $Pr_f$  – критерий Прандтля при температуре воды +90 °С;  $Pr_б$  – критерий Прандтля при температуре стенки +790 °С.

4. Коэффициент тепловосприятости воды:

$$\alpha = Nu \cdot \lambda / l_б = 250,2 \cdot 0,581 / 24 = 6,06 \text{ кВт/м}^2,$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности воды при температуре +90 °С.

Так как нагреваемая вода совершает постоянные повороты в спиральном канале, то теплообмен увеличивается. Это свойство учитывается эквивалентным коэффициентом тепловосприятя:

$$\alpha_3 = \alpha \cdot (1 + 1,77 d_s/R) = 6,06 \cdot (1 + 1,77 \cdot 0,017/0,27) = 6,7 \text{ кВт/м}^2,$$

где  $R$  – половина радиуса диска (см).

**Пояснение:**

Определяющим размером в случае с Рейнольдсом был диаметр проходного сечения канала (спирали); в случае с Нуссельтом – длина канала. (Определяющим размером характеризуется развитие процесса [3]).

Поскольку, источник тепла имеет постоянную температуру, температурный напор в нагреваемой воде будет постоянным [3]. Поэтому в расчётах используется уравнение Ньютона-Рихмана.

5. С помощью этого уравнения найдём площадь поверхности теплообмена:

$$f_b = Q_{np} / [\alpha \cdot (t_2 - t)] = 210 / [6,7 \cdot (90 - 60)] = 1,05 \text{ м}^2,$$

где:  $t$  – температура обратной воды при режимной работе водоподогревателя с потребителем ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Вообще-то, тут должен стоять коэффициент теплопередачи, но, учитывая низкое термосопротивление стали, сразу использовали коэффициент тепловосприятя –  $\alpha_3$ .

6. Длина спирали:

$$l_b = 2 \cdot f_b / \pi \cdot d = 2 \cdot 1,05 / \pi \cdot 0,028 = 23,9 \text{ м.}$$

## В. Расчёт режимов работы водоподогревателя при запуске и останове

1. Масса стального диска в водоподогревателе составляет [4]:

$$m = f_n^* \cdot \Delta \cdot \gamma_n = 1,05 \cdot 0,02 \cdot 7800 = 163,6 \text{ кг,}$$

где:  $f_n^* = 0,785 \cdot (D + \Delta D)^2 = 0,785 \cdot (1,1 + 0,056)^2 = 1,05 \text{ м}^2$  – площадь, учитывающая увеличение диаметра ( $\Delta D$ ) под болты, скрепляющие диски;  $\gamma_n$  – плотность стали ( $\text{кг/м}^3$ ).

Такая масса нагревается до температуры  $t_n = 799,3$  и обладает теплом:

$$Q_n = m \cdot c_p \cdot t_n = 163,6 \cdot 500 \cdot 799,3 = 65382,7 \text{ кДж,}$$

где  $c_p$  – теплоёмкость стали ( $\text{Дж/кг}^{\circ}\text{C}$ ) [4].

2. За какое время  $\tau$  такая масса может остыть до температуры  $t_2 = 90^{\circ}\text{C}$  при рабочем режиме протока нагреваемой воды с выключенным теплоисточником? Вода в таком случае охлаждает диск. Тепло, поглощаемое водой:

$$Q_s^* = \tau \cdot Q_b = \tau \cdot \alpha_3 \cdot (f_n - f_b) \cdot (t_2 - t) = \tau \cdot 6,7 \cdot (0,94 - 0,038) \cdot (90 - 60) = 181,3 \cdot \tau \text{ кДж} \cdot \text{с.}$$

Время охлаждения:

$$\tau = Q_n / Q_b = 65382,7 / 181,3 = 360,6 \text{ с.}$$

3. А какое время выхода на режим?

Тепло, поглощаемое массой диска, при нагреве его до  $799,3^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_n = 65382,7 \text{ кДж.}$$

Тепло, поглощаемое водой:

$$Q_b = \alpha_3 \cdot (f_n - f_b) \cdot (t_2 - t_1) = 6,7 \cdot (0,94 - 0,038) \cdot (90 - 5) = 513,7 \text{ кДж,}$$

где  $t_1$  – температура воды, поступающая от водоканала в зимнее время.

Тепло, необходимое для вывода водоподогревателя на режим, создаваемое мощностью ПТИИ:

$$Q_{\Sigma} = Q_r \cdot \tau \text{ кВт} \cdot \text{с,}$$

оно идёт на нагрев диска –  $Q_n$  и нагрев воды –  $Q_b$ , протекающей по спиральному каналу в диске:

$$Q_{\Sigma} = Q_n + Q_b \text{ или } Q_r \cdot \tau = Q_n + Q_b,$$

откуда время вывода водоподогревателя на режим:

$$\tau = (Q_n + Q_b) / Q_r = (65382,7 + 513,7) / 210 = 313,8 \text{ с.}$$

## Г. Определение коэффициента полезного действия

Потери тепла на наружной части диска составляют:

$$Q_{пт} = \alpha_{oc} \cdot \Delta f_n \cdot (t_r - t_{oc}) = 49,3 \cdot 0,117 \cdot (800 - 50) = 4,33 \text{ кВт,}$$

где:  $t_r$  и  $t_{oc}$  – температуры материала диска и окружающей среды;  $\alpha_{oc}$  – коэффициент теплоотдачи в окружающую среду [5]:

$$\alpha_{oc} = 10,3 + 0,052 \cdot (t_r - t_{oc}) = 10,3 + 0,052 \cdot (800 - 50) = 49,3 \text{ Вт};$$

$\Delta f_n$  – площадь диска, свободная от излучения, которую предполагается изолировать:

$$\Delta f_n = \pi \cdot D \cdot \Delta + 0,785 \cdot [D^2 - (D - 0,028)^2] = \pi \cdot 1,1 - 0,02 + 0,785 \cdot [1,1^2 - (1,1 - 0,028)^2] = 0,117 \text{ м}^2$$

(В качестве изоляции можно использовать керамику).

Полезное тепло составляет:

$$Q_{впс} = Q_{пр} - Q_{пг} = 203,7 - 4,33 = 199,37 \text{ кВт}.$$

Тепловой коэффициент полезного действия:

$$\eta = Q_{впс} / Q_{гн} = 199,37 / 210,0 = 0,95.$$

Коэффициент полезного действия водоподогревателя:

$$\eta_{\Sigma} = \eta \cdot \eta_r = 0,97 \cdot 0,95 = 0,92.$$

При использовании теплоизоляции, она же и теплозащита обслуживающего персонала, коэффициент полезного действия водоподогревателя возрастёт.

#### Д. Расчёт на прочность

1. Величина прогиба круглого диска, закреплённого по контуру [6]:

$$\omega_o + 0,58 \frac{\omega_o^3}{h^2} = \frac{PR^4}{64D_{ж}},$$

где:  $P$  – давление воды внутри водоподогревателя ( $\text{кГ/см}^2$ );  $R$  – радиус диска;  $h$  – условная толщина диска, равная половине его толщины (см),  $D_{ж}$  – цилиндрическая жёсткость ( $\text{кГ см}$ ):

$$D_{ж} = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} = \frac{2,0 \cdot 10^6 \cdot 1,0^3}{12(1-0,3^2)} = 171291,54 \text{ кГ см},$$

где:  $E$  – модуль упругости ( $\text{кГ/см}^2$ );  $\mu$  – коэффициент Пуассона.

$$\omega_o + 0,58 \frac{\omega_o^3}{h^2} = \frac{10 \cdot 50,07^4}{64 \cdot 171291,54} = 5,73.$$

Полученное уравнение равнозначно этому выражению:

$$\omega_o^3 + 1,72\omega_o - 7,48 = 0; \quad \omega_o^3 + a\omega_o^2 + b\omega_o + c = 0.$$

Отсюда:

$$\omega_o = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}},$$

где:  $p = b - \frac{a^2}{3} = 1,72$ ;  $q = c + \frac{2a^3}{27} - \frac{ab}{3} = -25,4$ ;

$$\omega_o = \sqrt[3]{\frac{25,4}{2} + \sqrt{\frac{(-25,4)^2}{4} + \frac{1,72^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{25,4}{2} - \sqrt{\frac{(-25,4)^2}{4} + \frac{1,72^3}{27}}} = 2,9 \text{ см}.$$

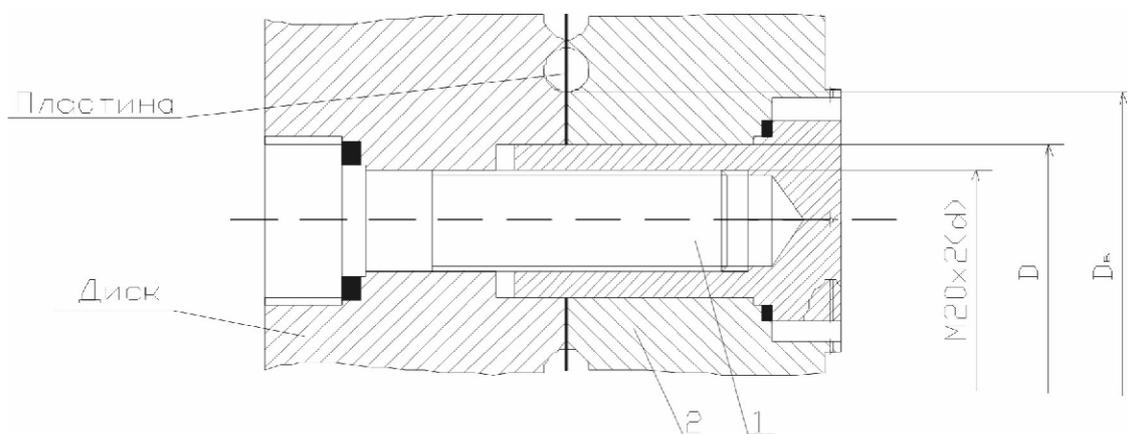


Рис. 2. Центральный болт с гайкой: 1 – болт; 2 – гайка

**Расчет центрального болта с гайкой рис. 2**

Сила от рабочего давления нагреваемой воды, которая вызвала такое напряжение в диске:

$$F = p \cdot f = 10 \cdot 12000,131 = 120001,31 \text{ кГ/см}^2,$$

где:  $P$  – давление воды на диске (кГ/см<sup>2</sup>);

$f = f_n + \Delta f_n = 12000 + 0,131 = 12000,131$  (см<sup>2</sup>) – площадь диска, находящаяся под давлением воды.

Напряжение в гайке, вызванное этой силой:

$$\sigma_r = F / 0,785 \cdot (D^2 - d^2) = 120001,31 / 0,785 \cdot (5,7^2 - 3^2) = 6507,8 \text{ кГ/см}^2,$$

Сталь 30ХГСА имеет допускаемое напряжение  $[\sigma] = 8000$  кГ/см<sup>2</sup>. Запас прочности у гайки составляет:

$$\beta_r = [\sigma] / \sigma = 800 / 6507,8 = 1,22.$$

Напряжение этой силы, воспринимаемое болтом:

$$\sigma_b = F / 0,785 \cdot d^2 = 120001,31 / 0,785 \cdot 4^2 = 9554,2 \text{ кГ/см}^2,$$

Сталь Х17Н7Ю имеет допустимое напряжение  $[\sigma] = 12000$  кГ/см<sup>2</sup>. Запас прочности болта составляет:

$$\beta_b = [\sigma] / \sigma = 12000 / 9554,2 = 1,26$$

*(Здесь надо учесть, что давление воды взято в расчёт  $P = 10$  кГ/см<sup>2</sup> вместо рабочего  $P = 3$  кГ/см<sup>2</sup>. Так что фактические коэффициенты прочности нужно утроить).*

**Заключение**

В итоге, можно констатировать, что получен малогабаритный, с высокой тепловой мощностью, экономичный, экологичный, бесшумный водоподогреватель со спиральным каналом. Сдвоенный он представляет модуль водоподогревателей спиральных мощностью 400 кВт (МВПС – 400).

Его полезная тепловая мощность –  $Q = 407,4$  кВт, при расходе газа  $V_r = 25,9$  м<sup>3</sup>/ч.

Расход нагреваемой воды –  $V = 4,26$  м<sup>3</sup>/ч.

Рабочее давление нагреваемой воды –  $P = 3 \pm 1$  кГ/см<sup>2</sup>.

Температура нагрева воды – до  $t = +110$  °С.

Наружный диаметр дисков (их два) –  $D = 1,156$  м.

Коэффициент полезного действия –  $\eta = 0,92$ .

Время нагрева дисков –  $\tau_n = 313,6$  с.

Время остывания дисков –  $\tau_o = 360,6$  с.

*(Нагрев и охлаждение производятся водой в рабочем режиме)*

Длина спирали – до  $l_b = 24,0$  м.

Площадь теплообмена – до  $f_b = 1,05$  м<sup>2</sup>.

**Список литературы**

1. Садыков Р.А., Правник Ю.И., Миннуллин И.М. Теплообменник. Патент на полезную модель РФ № 100202, от 10.12.2010 г.
2. Богомолов А.И., Вигдорчук Д.Я., Маевский М.А. Газовые горелки инфракрасного излучения и их применение. – М.: Стройиздат, 1967. – 254 с.
3. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Изд-во «Энергия», 1977. – 343 с.
4. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. – М.: Изд-во «Наука», 1964. – 246 с.
5. Ахмерова Г.М., Вьюшин И.Д., Ланцов А.Е. Методическое указание для лабораторных работ по теплотехническим характеристикам участков неизолированного тепловода. – Казань, КГАСУ, 2003. – 36 с.
6. Яковлев К.П. Краткий физико-технический справочник, том II. – М.: ФИЗМАТГИЗ, 1960. – 411 с.

Pravnik Y.I. – engineer

E-mail: Gust.Sim.@mail.ru

Rakhimov R.G. – magistrate

Faizov A.I. – bachelor

Maneshev I.O. – post-graduate student

E-mail: ivan-maneshev@yandex.ru

Sadykov R.A. – doctor of technical science, professor

E-mail: Sadykov\_R\_A@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya str. 1

Eremin S.A. – chief engineer

E-mail: keo@Citydom.ru

**MUE PA «Kazenergo»**

The organization address: 420021, Russia, Kazan, Tukay str., 162

### On the paper Calculation water heater spiral AMS-200

#### Resume

The paper presents the water heater spiral of capacity 200 kW (AMS-200), enough energy efficient, quiet, compact, eco-friendly, easy to use, easy to manufacture, the heat source and method of obtaining which is flameless combustion of the gas in the gas burner infrared (GGII). In general, the product of modern science and technology.

However, many questions to this kind of heat technology. The problem of heat lines: pipes, insulation, time-consuming and expensive to the consumer and laying the necessary periodic updating them and, in the end, the inevitable heat loss, noisy pump water coolant, and much more. There are many heat generating devices, which are not safe and easy to use and that are harmful for the environment. One should not forget about the great power of modern steam and gas turbines, shaking not only the atmosphere, but the crust, causing considerable harm than environmental conditions. And those gas ovens and burners of hot water, often exploding with inept use. You can improve on, but not without limit. Nature and the laws of thermodynamics limit these opportunities.

We need alternative sources of heat without chimneys and without mechanisms that cause fluctuations of the environment. We need to look for new ways to use and apply. We need money to transport them cheaper and with less loss, etc.

**Keywords:** heat transfer, water heater, heated water, coolant temperature, flow rate, channel.

#### References

1. Sadykov R.A., Pravnik Y.I., Minnullin I.M. Exchanger, utility patent RF № 100202 from 10.12.2010.
2. Bogomolov A.I., Vigdorichuk D.Y., Majewski M.A. Infrared gas burners and their application. – M.: «Stroyizdat», 1967. – 254 p.
3. Mikheev, M.A., Mikheev I.M. Fundamentals of Heat Transfer. – M.: Publishing House of the Izdat. «Energy», 1977. – 343 p.
4. Koshkin N.I., Shirkevich M.G. Handbook of elementary physics. – M.: Izdat. «Nauka», 1964. – 246 p.
5. Akhmerova G.M., Vyushin I.D., Lantsov A.E. Guidelines for laboratory work in heat engineering characteristics plots of bare heat lines. – Kazan, KGASU, 2003. – 36 p.
6. Yakovlev K.P. Short Physical-Technical Guide, Volume II – M.: Fizmatgiz, 1960. – 411 p.

УДК 697.9

Хабибуллин Ю.Х. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: a0an@mail.ru

Барышева О.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: obbars@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Энергосберегающий регулятор расхода воздуха

#### Аннотация

Предлагаемое устройство относится к вентиляции зданий и предназначено для исключения переохлаждения воздуха в помещениях и экономии тепла в холодный период года.

Изменяющаяся температура наружного воздуха, а значит, перепад давления воспринимается двумя спиралями из биметаллической полосы, расположенными на внутренних сторонах корпуса, каждая из которых одним концом жестко зафиксирована на конце болта, ввернутого в корпус устройства, а другим концом прикреплена к штифту, расположенному на шибере. Для обеспечения минимального трения горизонтальная ось изготовлена в капроновых втулках.

Регулятор обеспечивает расчетный воздухообмен, не допуская появления сквозняков, исключает переохлаждение воздуха в помещении, что приводит к экономии тепла в холодный период года.

**Ключевые слова:** вентиляция, комфортные условия, энергосбережение, регулятор расхода воздуха.

Ранее до оборудования российских жилых зданий типовых серий окнами, изготовленными по европейской технологии, проблема заключалась в избыточности воздухообмена в помещениях квартир, вследствие большой воздухопроницаемости оконных проемов и, соответственно, в перерасходе тепла на отопление из-за вынужденных сквозняков.

Таким образом, в конце XX века у нас применялась естественная система вытяжной вентиляции под действием гравитационного напора, создаваемого разницей объемных весов наружного воздуха, более тяжелого, и внутреннего, более легкого. И благодаря применению так называемого «теплого» чердака, собирающего весь удаляемый из квартир воздух и являющегося камерой статического давления и других решений, повышающих гидравлическую устойчивость системы естественной вытяжной вентиляции, а также вследствие большой воздухопроницаемости окон, вытяжка работала удовлетворительно.

В настоящее время в современных зданиях при полностью закрытых окнах инфильтрация воздуха очень мала – на порядок ниже требуемого по нормативам воздухообмена.

Воздухопроницаемость новых окон в закрытом состоянии даже в условиях расчетной наружной температуры не обеспечивает нормативного воздухообмена в квартирах под действием естественного гравитационного напора. Последствием этого может служить, помимо неполного удаления запахов из квартиры, увеличение влажности воздуха в помещениях и, как следствие, – образование плесневых грибков, отрицательно воздействующих на ограждающие конструкции здания.

Кроме того, в квартирах резко повышается содержание углекислого газа, азота и радона. Люди, находящиеся в таких помещениях, страдают от повышенной утомляемости, бессонницы, от респираторных и легочных заболеваний.

Поэтому в условиях применения окон повышенной герметичности для обеспечения нормального воздухообмена в квартирах и исключения повышенного содержания в них влаги, углекислого газа, азота и радона требуется эффективная система вентиляции.

В Западной Европе уже давно столкнулись с аналогичными проблемами и там уже накоплен определенный опыт по их решению.

Существенный интерес представляет опыт Восточных земель Германии, где за последнее время была осуществлена массовая реконструкция панельных зданий, включая модернизацию систем вентиляции.

Так, в настоящее время в Германии применяются следующие системы вентиляции жилых зданий [1]:

- естественные;
- вытяжные с центральным вентилятором;
- приточно-вытяжные с утилизацией тепла и без нее.

Как указывалось выше, в помещениях с традиционными системами естественной вентиляции при установке герметичных окон со стеклопакетами происходит резкое ухудшение воздушного режима.

Направление и скорость ветра, температура наружного воздуха могут существенно изменять режимы работы классической системы вентиляции квартир.

Эти изменения могут соответствовать очень широкому диапазону: от «опрокидывания», когда вытяжные устройства начинают работать на приток, до увеличения воздухообмена по отношению к расчетному.

Неустойчивость систем вентиляции, с одной стороны, может привести к воздушно-тепловому дискомфорту, с другой – к перерасходу тепла. Нарушение режима работы системы вентиляции связана с изменением перепада давления в воздухе снаружи и внутри квартиры [1].

Использование окон с открываемой фрамугой стабилизирует работу системы вентиляции, но подающийся в помещение поток свежего холодного воздуха вызывает появление сквозняка, что отрицательно сказывается на самочувствии и здоровье человека.

Установка вытяжных вентиляционных систем с центральным вентилятором не приводит к серьезному улучшению микроклимата в помещениях с герметичными окнами. Из-за несбалансированности объемов приточного и вытяжного воздуха эти системы работают крайне неустойчиво.

Более стабильно работают системы центральной приточной механической вентиляции с естественной вытяжкой, но и они не лишены недостатков, связанных с ограничениями индивидуального регулирования воздухообмена и перерасходом тепловой энергии [2].

Чаще всего в европейских странах применяется механическая вытяжная вентиляция с децентрализованными приточными устройствами без подогрева воздуха.

В настоящее время в многоэтажных жилых зданиях предпочтение отдается централизованным установкам вытяжной вентиляции, однако используются также индивидуальные вентиляторы в ванной и туалете или на кухне, в случае, если в этих помещениях нет окон.

Для возможности регулирования поступающего в квартиры воздуха в странах Западной Европы при использовании систем механической вытяжной вентиляции обычно монтируются следующие приточные устройства:

- приточное устройство – в наружной стене, под окном;
- приточное устройство – в наружной стене, рядом с окном;
- оконное впускное нерегулируемое устройство с ограничением максимального притока воздуха.

Различают два типа приточных устройств:

- самонастраивающиеся, которые обеспечивают постоянный приток свежего наружного воздуха независимо от внешних метеорологических факторов (ветра, повышенного разрежения);

- с регулированием по влажности.

Приточные устройства с регулированием по влажности оборудуются чувствительным элементом в виде натянутой ткани, являющейся датчиком влажности. Они позволяют увеличивать пропуск наружного воздуха при повышении влажности внутреннего воздуха выше заданного значения, тем самым обеспечивая в соответствии с необходимостью вентиляцию каждого отдельного помещения.

Однако европейцам не удалось решить все проблемы. Поступающий в помещение наружный воздух проходит через фильтр, в котором постепенно скапливается пыль и создаются благоприятные условия для развития бактерий, т.е. приточное устройство само вбрасывает в помещение микроорганизмы, размножающиеся в фильтре (болезнь легионеров).

Таким образом, фильтр необходимо менять со строгой периодичностью. Замена должна производиться каждые два-три месяца, а для российской действительности это просто неприемлемо.

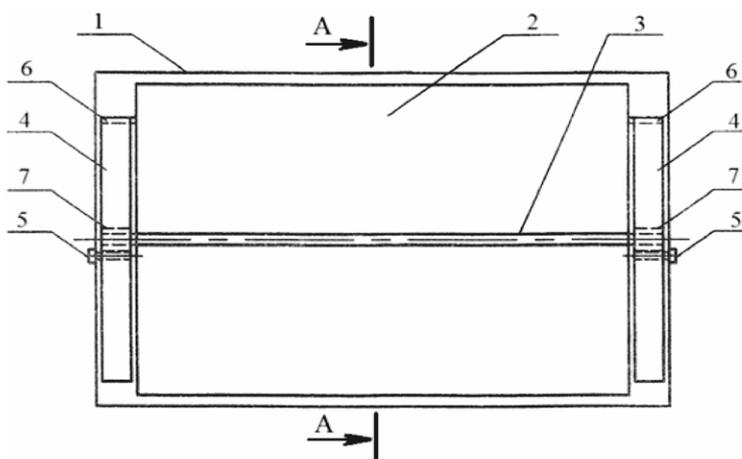


Рис. 1. Регулятор расхода воздуха: вид сверху

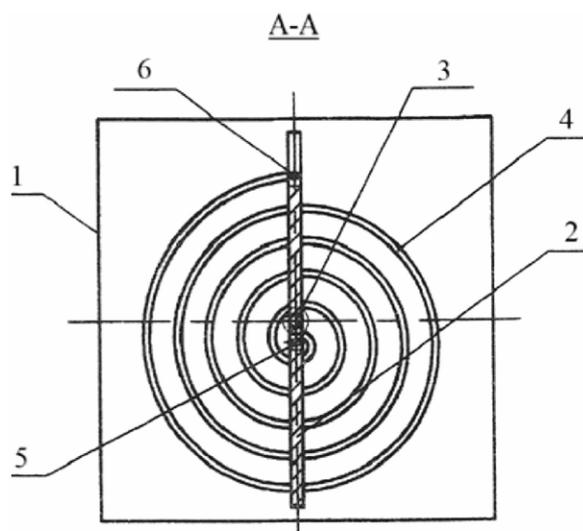


Рис. 2. Регулятор расхода воздуха: сечение А-А

Что касается централизованных приточно-вытяжных систем с утилизацией тепла, то они имеют наивысший потенциал экономии тепловой энергии, однако его достижение связано с высокими энергетическими и эксплуатационными затратами, а также с необходимостью ограничивать инициативу жильцов по самопроизвольному открытию окон.

Одним из вариантов решения проблемы, связанной с герметичностью окон, может служить применение устройств для регулирования расхода воздуха в системах естественной вытяжной вентиляции.

Регулятор расхода воздуха (рис. 1) включает корпус 1, в котором установлен шибер 2 на горизонтальной поворотной оси 3. На внутренних сторонах корпуса расположены две спирали 4 из биметаллической полосы, закрепленные одним концом к болтам 5, ввернутым с наружных сторон в корпус устройства 1, а другим концом прикреплены к

штифтам 6, закрепленным на шибере 2 (рис. 2). Для уменьшения силы трения ось 3 установлена в капроновых втулках 7.

Устройство работает следующим образом.

Сначала производится установка шибера 2 в исходное положение. В зависимости от температуры наружного воздуха, а значит, и от перепада давления на входе и выходе устройства шибер 2 с помощью болтов 5 посредством двух биметаллических спиралей 4 устанавливается в положение, обеспечивающее расчетный воздухообмен. При возрастании перепада давлений на входе и выходе устройства происходит закручивание витков биметаллических спиралей 4 и шибер 2 отклоняется на нужный угол, уменьшая живое сечение для прохода воздуха. При значительных перепадах давления воздуха, когда шибер 2 полностью перекрывает проходное сечение корпуса 1, заданный расход воздуха обеспечивается через предусмотренный зазор между корпусом 1 и шибером 2. При уменьшении перепада давлений происходит раскручивание биметаллических спиралей 4 и шибер 2 отклоняется, увеличивая живое сечение для прохода воздуха.

Таким образом, без затрат энергии, регулятор обеспечивает расчетный воздухообмен, не допуская появления сквозняков, исключает переохлаждение воздуха в помещении, что приводит к существенной экономии тепла в холодный период года.

### Список литературы

1. Кищенко С.Г., Шретер Р. Опыт разработки энергоэффективных систем вентиляции для жилых домов. // Энергосбережение, 2000, № 5. – С. 51-56.
2. Ливчак И.Ф., Наумов А.Л. Регулируемая вентиляция жилых многоэтажных жилых зданий. // Журнал «АВОК», 2004, № 5. – С. 8-12.

**Khabibullin Iu.Kh.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: a0an@mail.ru

**Barysheva O.B.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: obbars@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya, 1

### Energy saving regulator of a consumption of air

#### Resume

The offered device belongs to ventilation of buildings and is intended for an exception of overcooling of air in rooms and economy of heat during the cold period of year.

The changing temperature of external air, so pressure difference is perceived by two spirals from the bimetallic strip, located on case inside, each of which is rigidly recorded by one end on the end of the bolt screwed in the case of the device, and by other end is attached to a pin located on a shutter. For ensuring the minimum friction the horizontal axis is made in fosta nylon plugs.

The regulator provides settlement air exchange, without allowing emergence of drafts, excludes air overcooling indoors that leads to economy of heat during the cold period of year.

Thus, without energy expenses, the regulator provides settlement air exchange, without allowing emergence of drafts, excludes air overcooling indoors that leads to essential economy of heat during the cold period of year.

**Keywords:** ventilation, comfort terms, energy savings, regulator of a consumption of air.

#### References

1. Kischenko S.G., Shreter R. Experience of developments of the energy saving systems of ventilation for dwelling-houses. // Energy-savings, 2000, № 5. – P. 51-56.
2. Livchak I.f., Naumov A.L. Managed ventilation of dwellings multistory dwellings buildings. // Journal of «АВОК», 2004, № 5. – P. 8-12.

УДК 532.5:621.9.044

**Чирков А.М.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: techlaser@mail.ru

**ООО «Вятское машиностроительное предприятие «Лазерная техника и технологии»**

Адрес организации: 610002, Россия, г. Киров, ул. Молодой Гвардии, д. 14

**Князева И.А.** – аспирант

E-mail: iraida\_knyazeva@mail.ru

**Вятский государственный университет**

Адрес организации: 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36

**Золотонос Я.Д.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: zolotonosov@mail.ru

**Багоутдинова А.Г.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: bagoutdinova@gambler.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420127, Россия, г. Казань, ул. Дементьева, д. 1

### **Применение лазерной сварки для производства кожухотрубчатых теплообменных аппаратов нового поколения на базе пружинно-витых каналов**

#### **Аннотация**

В данной статье рассматривается возможность применения технологии лазерной сварки для изготовления пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов, которые являются основой для производства высокоэффективных кожухотрубчатых теплообменников нового поколения. Рассмотрены основные преимущества лазерной сварки, приведены результаты, полученные при проведении опытных работ по лазерной сварке образцов-свидетелей пружинно-витых каналов.

**Ключевые слова:** кожухотрубчатый теплообменный аппарат, пружинно-витой канал, лазерная сварка, преимущества.

Кожухотрубчатые теплообменники являются наиболее применяемым типом теплообменных аппаратов. Они получили широкое распространение для проведения термохимических процессов и процессов теплообмена, происходящих между различными жидкостями, парами и газами.

Кожухотрубчатые теплообменники имеют ряд существенных преимуществ перед другими типами теплообменных аппаратов. Во-первых, это простота конструкции и, следовательно, надежность аппарата, меньшая его стоимость. Во-вторых, большой набор вариантов исполнения для различных условий эксплуатации, в частности:

- возможно изготовление одноходовых кожухотрубчатых теплообменных аппаратов, когда оба теплоносителя при перемещении не меняют своего направления, или многоходовых, когда при помощи дополнительных перегородок потоки теплоносителей меняют своё направление, что позволяет увеличивать скорость и эффективность всего теплообменника;

- удовлетворение требований по термическим напряжениям без существенного повышения стоимости аппарата;

- размеры от малых до предельно больших (5000 м<sup>2</sup>);

- возможность применения различных материалов в соответствии с требованиями к стоимости, коррозии, температурному режиму и давлению;

- использование развитых поверхностей теплообмена как внутри труб, так и снаружи, различных интенсификаторов и т.д.;

- возможность извлечения пучка труб для очистки и ремонта.

Значимым преимуществом, отличающим кожухотрубчатые теплообменные аппараты от менее совершенных версий теплообменного оборудования, является то, что их площадь теплообмена меняется достаточно легко.

Однако им присущи два крупных недостатка. Во-первых, очистка межтрубного пространства подобных аппаратов сложна, поэтому теплообменники такого типа применяются в тех случаях, когда среда, проходящая через межтрубное пространство, является чистой, не агрессивной, т.е. когда нет необходимости в чистке.

Во-вторых, существенное различие между температурами трубок и кожуха в этих аппаратах приводит к большому удлинению трубок по сравнению с кожухом, что обуславливает возникновение температурных напряжений в трубной решетке, нарушает плотность вальцовки труб в решетке и ведет к попаданию одного теплоносителя в другой. Поэтому теплообменники этого типа применяют при разнице температур теплоносителей, проходящих через трубки и межтрубное пространство не более 50 °С, и при сравнительно небольшой длине аппарата.

Исходя из вышперечисленного и опираясь на современный уровень знаний, появилась возможность для модернизации существующего парка теплообменного оборудования, создания компактных теплообменных аппаратов с меньшей металлоемкостью и повышенными значениями коэффициентов теплопередач.

На рис. 1 показан кожухотрубчатый теплообменник [1], содержащий корпус 1 и трубные решетки 2, в которых закреплен трубный пучок 3, выполненный из теплообменных элементов типа «труба в трубе» 4. Внешние трубы теплообменных элементов пучка закреплены в дополнительных трубных решетках 5, установленных в корпусе между трубными решетками внутренних трубок теплообменного элемента пучка. Внутренние трубки могут быть или пружинно-витыми [2], или в форме витых труб [3, 4] «конфузор-диффузор» 6.

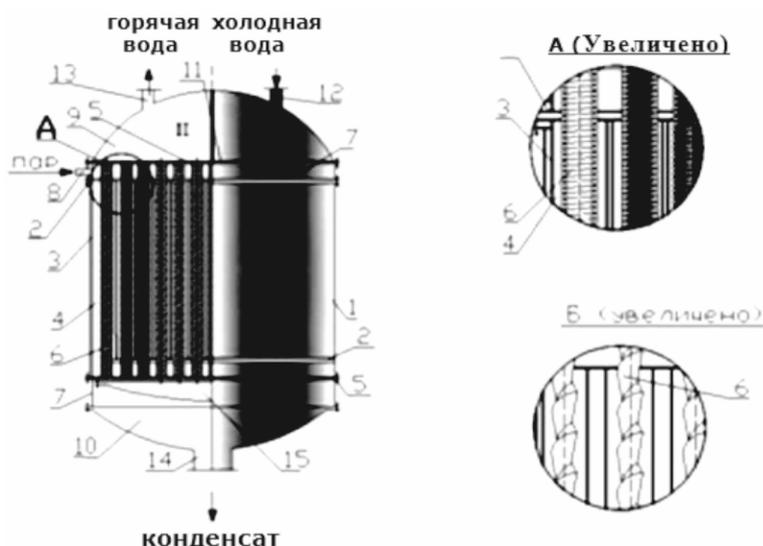


Рис. 1. Кожухотрубчатый теплообменник

Благодаря этому в стесненном кольцевом межтрубном пространстве теплообменного элемента типа «труба в трубе» 4 реализуется эффект закручивания теплоносителя на внешней стенке трубы 6, что вызывает срыв конденсатной пленки с поверхности трубок 6 и переход пленочной конденсации в «пленочно-капельную» или «капельную», вызывая рост коэффициентов теплоотдачи.

Данная конструкция может быть использована для нагрева высоковязких и аномально-вязких сред, так как быстрый разогрев среды позволяет обеспечить высокие циркуляционные токи в проточной части внутренних трубок 6, вызывая рост коэффициентов теплоотдачи от внутренней стенки трубы в ядро потока.

Рост коэффициентов теплоотдачи в аппарате способствует общему увеличению коэффициента теплопередачи в теплообменнике, что положительно отразится на его габаритных размерах и гидравлических характеристиках.

Одним из возможных вариантов исполнения внутренних трубок является прямой

пружинно-витой канал, представляющий собой пружину круглого сечения, витки которой жестко скреплены между собой. Процесс получения таких каналов может быть реализован путем плотной намотки проволоки круглого сечения на оправку с последующим соединением витков наматываемой проволоки между собой посредством лазерной сварки. При таком методе изготовления исключается явление наклепа, имеющего место в трубах с накаткой.

Производство пружинно-витых каналов стало возможным с внедрением лазерных технологий обработки материалов, в частности, лазерной сварки в отечественную промышленность. Широкое распространение применения лазеров в промышленности обусловлено гибкостью и универсальностью лазерного излучения как технологического инструмента, благодаря чему технологии лазерной обработки материалов имеют высокую технико-экономическую эффективность.

В настоящее время сфокусированный луч лазера как сварочный источник энергии обладает самым высоким коэффициентом сосредоточенности теплового сварочного источника энергии, по сравнению с традиционными сварочными источниками энергии – газопламенными и электродуговыми. Высокий коэффициент сосредоточенности энергии позволяет в десятки раз увеличить скорость сварки, уменьшить время теплового воздействия на деталь и сварочную ванну, что определяет основные преимущества технологии лазерной сварки:

- уменьшение объема расплава сварочной ванны, что значительно снижает значения продольной и поперечной усадки в свариваемом узле, остаточных напряжений и деформаций, следовательно, способствует сохранению формы и геометрических размеров свариваемых деталей;

- высокое значение коэффициента сосредоточенности теплового сварочного источника энергии и высокая точность дозировки энергии лазерного излучения позволяют сваривать тонкостенные детали без прожогов;

- снижение времени теплового воздействия на деталь и сварочную ванну, точная дозировка энергии импульса лазерного излучения уменьшают размер зоны термического влияния;

- высокое значение коэффициента сосредоточенности позволяет выполнять сварку малогабаритных деталей, сохраняя их геометрические размеры в микронном поле допуска.

Возможность легкого управления и регулирования параметров лазерного излучения дает возможность для полного управления процессом формирования сварного шва, наиболее точного подбора режимов обработки и позволяет применять лазер для сварки материалов в широком диапазоне толщин. При обработке лазером тонких материалов используют более деликатные режимы сварки, которые обеспечивают лишь расплавление материала в зоне стыка деталей без значительного перегрева.

Лазерную сварку производят на воздухе или в среде защитных газов: аргона,  $\text{CO}_2$ -газа, без применения вакуума, как при электронно-лучевой сварке.

Также одним из преимуществ лазерной сварки является получение равнопрочного сварного соединения. В большинстве случаев прочность сварного соединения выше прочности свариваемого материала.

На сегодняшний день проведены первые опытные работы по применению технологии лазерной сварки для изготовления пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов с условным диаметром  $D_y = 25$  мм из проволоки круглого сечения диаметром 2 мм. Внешний вид образца-свидетеля пружинно-витого канала показан на рис. 2.

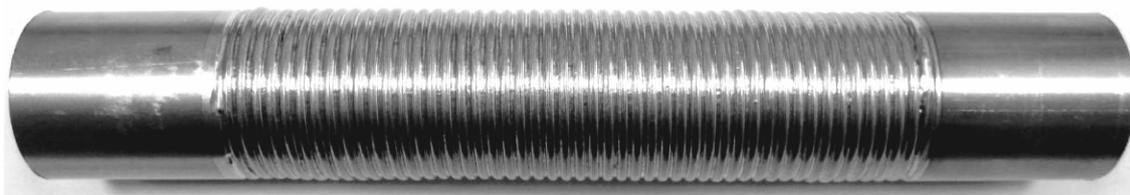


Рис. 2. Внешний вид образца-свидетеля пружинно-витого канала

Проведение опытных работ по изготовлению образцов-свидетелей пружинно-витых каналов показало, что сварка плотно сжатых витков (без зазора) на шлифе дает значение глубины проплавления в пределах  $1 \pm 0,1$  мм с формированием корня шва. При уменьшении глубины проплавления до 0,7-0,8 мм качественного формирования корня шва с внутренней стороны образца-свидетеля не наблюдается. Увеличение зазора между свариваемыми витками более 0,1 мм приводит к прекращению формирования сварного шва.

На рис. 3 представлена фотография макроструктуры сварного шва, выполненного лазерной сваркой. Анализ фотографии после травления показал наличие одной зоны с четко выраженными границами.

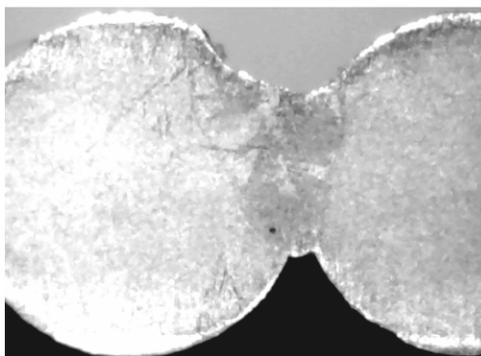


Рис. 3. Макроструктура сварного шва после лазерной сварки

В случае серийного производства гофрированных труб способом лазерной сварки необходимо проектирование и изготовление сварочного станка, работающего в автоматическом режиме, что позволит обеспечить высокую технологическую воспроизводимость процесса лазерной сварки.

**Заключение.** Описана возможность модернизации теплообменных аппаратов кожухотрубчатого типа за счет применения пружинно-витых каналов. Обосновано применение лазерной сварки для производства пружинно-витых каналов, подтверждающееся проведенными опытными работами по сварке образцов-свидетелей. В случае серийного производства пружинно-витых способом лазерной сварки необходимо проектирование и изготовление сварочного станка с видеоконтрольной лазерной системой наведения луча лазера на стык свариваемых кромок, работающего в автоматическом режиме, что позволит обеспечить высокую технологическую воспроизводимость процесса лазерной сварки и практически исключит возможность образования дефектов сварного соединения.

#### Список литературы

1. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д., Мустакимова С.А. Энергоэффективные теплообменные аппараты на базе теплообменных элементов в виде пружинно-витых каналов // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 86-95.
2. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д. Математическое описание и визуализация теплообменных поверхностей в форме пружинно-витых каналов и труб типа «конфузор-диффузор» // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2012, № 7-8. – С. 80-86.
3. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д., Сулимов Н.И., Яхнев М.Н. Математическое описание теплообменных поверхностей сложных каналов типа «конфузор-диффузор» // Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22). – С. 204-208.
4. Патент № 119452 на пол. мод. РФ. Теплообменный элемент / Золотонос А.Я., Золотонос Я.Д., Багоутдинова А.Г., Осыка И.И. № 2012109355/06; заявл. 12.03.12.; опубл. 20.08.2012, Бюл. № 23.

**Chirkov A.M.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: techlaser@mail.ru

**Vyatka Machinbuilding Enterprise «Laser techniques and technologies» Ltd, Kirov**

The organization address: 610002, Russia, Kirov, Molodoi Gvardii st., 14

**Knyazeva I.A.** – post-graduate student

E-mail: iraida\_knyazeva@mail.ru

**Vyatka State University**

The organization address: 610000, Russia, Kirov, Moskovskaia st., 36

**Zolotonosov Ya.D.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: zolotonosov@mail.ru

**Bagoutdinova A.G.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: bagoutdinova@rambler.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaiia st., 1

### **Application of laser welding for shell and tube heat exchangers based on the new generation spring-twisted channels**

#### **Resume**

The possibility of the production of heat exchangers shell and tube heat exchangers, the new generation on the basis of the developed spring-twisted using the technology of laser welding. Laser welding is used to rigidly fix the coils tightly wound spring together.

Were marked advantages of laser welding, through which it is the most effective way to industrial production of spring-twisted channels.

They are:

– high welding speed, which leads to higher productivity;

– precise adjustment of the laser radiation makes it possible to obtain defect-free welds

– a short time exposure to laser radiation for the welded materials and small footprint allow the weld pool to keep the geometric dimensions of the finished product in the dimensional tolerance, which eliminates need for subsequent machining.

The article also presents the results of experimental work on laser welding samples witnesses spring-twisted channels, demonstrating the fundamental possibility of application of this technology for industrial applications.

Necessary to consider that in the case of production of spring-twisted way of laser welding to the design and manufacture of welding machine with video control laser-guided laser beam to the joint welded edges running in automatic mode, which will provide high technological reproducibility of laser welding process and virtually eliminate the possibility of defect weld.

**Keywords:** shell-and-tube heat exchanger, spring-winding channel, laser welding, advantages.

#### **References**

1. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Energy efficient heat exchangers based on the heat exchange elements in the form of a spring-twisted channels // News of the KSUAE, 2012, № 3 (21). – P. 86-95.
2. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ja.D. Mathematical description and visualization of heat-exchange surfaces in form the spring-curly channels and pipes of type «confuser-diffuser» // Proceedings of the universities. Energy problems, 2012, № 7-8. – P. 80-86.
3. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Sulimov N.I., Yakhnev M.N. Mathematical description of the heat exchange surfaces of complex channels such as «confuser-diffuser» // News of the KSUAE, 2012, № 4 (22). – P. 204-208.
4. Zolotonosov A.Ya., Zolotonosov Ya.D., Bagoutdinova A.G., Osika I.I. Heat exchanging element: Patent № 119452 on the floor. fashion. Growing up. The Federation. № 2012109355/06; Appl. 12.03.12.; publ. 20.08.2012, Byull. № 23.



УДК 628.334.5.336.43

Адельшин А.А. – кандидат технических наук, доцент

Адельшин А.Б. – доктор технических наук, профессор

E-mail: a566pm@ Rambler.ru

Урмитова Н.С. – кандидат технических наук, доцент

Береговая В.А. – студент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Основные положения конструирования, проектирования и расчета  
блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод  
с использованием закрученных потоков<sup>1</sup>**

**Часть 1. Основные исходные данные об аппарате очистки,  
о качественных и количественных параметрах нефтепромысловых сточных вод  
и требования к качеству их очистки**

**Аннотация**

Исследованиями созданы установки очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) по технологическим схемам: гидроциклон – цилиндрические камеры на сливах гидроциклона – контактная масса – отстойник – коалесцирующий фильтр – отстойник (БГКО).

В закрученных потоках гидроциклона и камер сливов происходит разрушение бронирующих оболочек, коалесценция и уменьшение полидисперсности капель нефти при действии факторов в определенной последовательности, величиной и времени.

В статье представлены новое технологическое и техническое решение установки БГКО для очистки НСВ на основе применения закрученных потоков; даны основные параметры и требования к качеству очистки НСВ, рекомендуемые для расчета, разработки новых блочных установок очистки НСВ и модернизации, совершенствования существующих установок очистки НСВ для заводнения нефтяных пластов.

**Ключевые слова:** нефтепромысловая сточная вода, гидроциклон, камеры сливные, закрученный поток, отстойник, инвертирующая контактная масса, коалесценция, очистка воды, гидродинамическая обработка, фильтр.

Создание, разработка технологии и установок очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) для утилизации в системах заводнения нефтяных пластов является актуальной проблемой. При этом нефтедобывающая промышленность является крупным водопотребителем и объектом образования огромного количества (по стране более 1, 2 млрд. м<sup>3</sup> в год) НСВ. В настоящее время около 90 % нефти добывается на месторождениях, разрабатываемых с использованием методов заводнения нефтяных пластов для поддержания пластового давления (ППД).

Нефтепромысловые сточные воды (НСВ) имеют суспензионно-эмульсионный характер, относятся к минерализованным полидисперсным микрогетерогенным системам. Свойства НСВ, особенно состояние бронирующих оболочек на каплях дисперсной фазы – нефти, определяют методы разрушения, очистки НСВ. Очистка НСВ для целей заводнения продуктивных горизонтов заключается в удалении из них до заданных норм нефти и механических примесей.

В процессе разработки нефтяных месторождений происходит изменение параметров и свойств извлекаемых флюидов, свойств пластовых вод, продуктивных пластов, остаточных запасов нефти, технического и технологического состояния нефтепромыслового оборудования, в т.ч. аппаратов, сооружений, в целом установок очистки НСВ. Эти факторы определяют необходимость модернизации, совершенствования, реконструкции систем заводнения, в т.ч. установок очистки НСВ.

<sup>1</sup>Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № 16.740.11.0672 от 7 июня 2011 г.).

Сущность и успешность процесса очистки (разрушения) НСВ заключается в достаточно полном и быстром снижении агрегативной и кинетической устойчивости НСВ путем, главным образом, разрушения адсорбционной бронирующей оболочки на каплях дисперсной фазы (нефти), предшествующей слиянию, укрупнению (коалесценции) их. При этом определяющей глубину и скорость процесса очистки НСВ является степень разрушения указанной оболочки на каплях нефти, режим движения НСВ, обеспечивающий укрупнение этих капель. Эти процессы осуществляются наиболее полно и интенсивно при предварительной определенной степени турбулизации потока НСВ в полости различных гидродинамических каплеобразователей с последующим отстаиванием. Высокий и стабильный эффект очистки НСВ может быть достигнут за счет предварительной гидродинамической обработки ее в закрученном потоке.

Внедрение промышленных методов обустройства нефтяных месторождений предусматривает широкое применение оборудования, аппаратов, установок для очистки НСВ в блочном исполнении с высоким эффектом очистки и высокой единичной мощностью аппаратов (установок) при ограниченном объеме, герметичности, транспортабельности и высокой промышленности в изготовлении и монтаже.

Одним из направлений в решении указанных требований являются: создание новых методов, аппаратов, установок очистки НСВ; совершенствование конструкции распределительных и сборных устройств и улучшение гидродинамики потока в отстойниках; интенсификация и совершенствование технологических процессов, в т.ч. применение специальных конструкций и устройств для предварительного разрушения бронирующих оболочек и укрупнения капель эмульгированной нефти; разработка методов расчета, конструирования, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений очистки НСВ.

Исследованиями созданы устройства и технология очистки НСВ, предусматривающие разрушение бронирующих оболочек, укрупнение и уменьшение полидисперсности капель нефти за счет гидродинамической обработки НСВ последовательно во всех областях закрученного течения [1-11].

Технология реализована в аппаратах, установках очистки НСВ по следующим основным схемам: гидроциклон – камеры закрученного потока верхнего и нижнего сливов гидроциклона – подвижная инверсирующая жидкая контактная масса (ПЖКМ) – отстойник; гидроциклон – камеры закрученного потока сливов гидроциклона – ПЖКМ – отстойник – гидродинамический крупнозернистый саморегулирующий фильтр (насадка) – отстойник (устройства типа БГКО – блок гидроциклон – камеры закрученного потока верхнего и нижнего сливов – отстойник). При этом различные схемы «гидроциклон – камеры сливов» образуют гидродинамические каплеобразователи (ГКС). В закрученных потоках гидроциклона и камер сливов происходят разрушение бронирующих оболочек, коалесценция и увеличение монодисперсности капель нефти при действии различных факторов (сил) в определенной последовательности, величиной и в течение определенного времени. Высокий и стабильный эффект очистки НСВ достигается за счет гидродинамической обработки её в закрученном потоке, последовательно во всех областях закрученного течения: расширения закрученного течения, стабильного закрученного течения, затухания закрученного течения, переходного осевого потенциального течения, тороидальных зонах обратных токов, рециркуляционных зонах. При этом энергия потока используется для наиболее полной реализации всех стадий механизма разрушения нефтяной эмульсии (НСВ).

На основе проведенных исследований разработаны различные конструктивные решения устройств (установок, аппаратов) типа БГКО для очистки НСВ, защищенные патентами РФ [2-10].

На рис. представлена принципиальная схема одного из базовых конструктивных решений аппарата типа БГКО [9].

При этом освоено и осуществлен выпуск опытно-промышленного комплекса каплеобразователя типа ГКС-75 (диаметр гидроциклона 75 мм); осуществлено внедрение опытно-промышленной установки типа БГКО для очистки НСВ с целью заводнения нефтяных пластов в условиях ОАО «Татнефть».

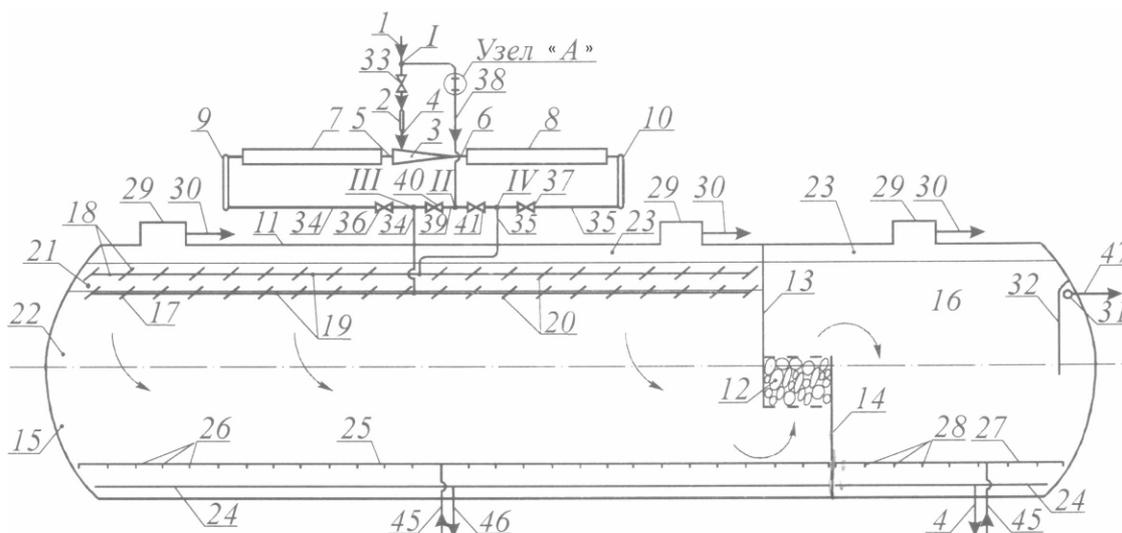


Рис.

Аппарат работает следующим образом. НСВ, содержащая плавающую и эмульгированную нефть и механические примеси, по трубопроводу 1 под напором подается через напорное трубчатое распределительное кольцо 2 в гидроциклоны 3. В гидроциклонах 3 осуществляется гидродинамическая обработка НСВ в поле центробежных, массовых, а также поверхностных сил, в результате чего разрушаются бронирующие оболочки на частицах (каплях, глобулах) нефти и агрегаты из механических примесей, происходит укрупнение капель нефти, увеличивается монодисперсность внутренней нефтяной фазы НСВ, а также происходит разделение НСВ на два потока эмульсии: поток из верхних сливов 5 гидроциклонов 3 поступает в цилиндрические камеры 7, а поток из нижних сливов 6 – в цилиндрические камеры 8. Поток эмульсии поступает в цилиндрические камеры 7 и 8 в виде закрученных струй, при этом увеличивается время гидродинамической обработки эмульсии в закрученном поле массовых, а также поверхностных сил, энергия которых используется для наиболее полной реализации всех стадий механизма разрушения НСВ: деформация и разрушение бронирующих оболочек на глобулах нефти; сближение, столкновение, слияние и укрупнение (коалесценция) капель; концентрация, осаждение капель; выделение дисперсной фазы в виде сплошной фазы расслоение, разделение эмульсии (НСВ) на нефть и воду и, как следствие, повышается эффективность очистки НСВ. Далее из цилиндрических камер 7 поток эмульсии поступает в напорное трубчатое сборное кольцо 9, а далее по трубопроводу 34 в распределитель 17, и из него в виде равномерно распределенного потока в слой высококонцентрированной по нефти эмульсии (в зону турбулентного перемешивания 21), где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 23, контактная очистка НСВ от нефти. Поток эмульсии из цилиндрических камер 8 поступает в напорное трубчатое сборное кольцо 10 и далее по трубопроводу 35 в распределитель 18, а из него в виде равномерно распределенного потока непосредственно к нижней поверхности слоя нефти, т.е. в зону турбулентного перемешивания 21. Поток, выходящие из распределителей 17 и 18, состоящих из коллекторов 19 с ответвлениями 20 интенсивно перемешиваются в слоях высококонцентрированной по нефти 21 и нефти 23, что также повышает эффективность контактной очистки НСВ. При этом в слое высококонцентрированной эмульсии 21 в режиме турбулентного перемешивания происходит интенсивная коалесценция нефтяных капель, переход их в слой уловленной нефти 23. Уловленная нефть по мере накопления отводится через нефтесборники 29 и патрубки 30.

Мелкодисперсные частицы нефти, вынесенные потоком воды транспортной зоны 22 из рабочей секции 15 (секция предварительного отстаивания), укрупняются в слое коалесцирующей загрузки 12, расположенной между перегородками 13 и 14, всплывают и накапливаются в верхней части в буферной секции 16 (секция дополнительного отстаивания), а далее удаляются через нефтесборник 29 и патрубок 30.

Очищенная вода удаляется из буферной секции 16 через коллектор 31, отбойник 32 и патрубков 47.

Для удаления накопленного осадка со дна отстойника 11 в напорные системы смыва 25 и 27 по трубопроводам 45 под напором вода, которая вытекая из сопел 26 и 28, смывает осадок к сборной дырчатой системе 24, далее смытый осадок по трубопроводам 46 отводится в осадконакопитель.

Для проведения ремонта, профилактики, ликвидации аварий, замены отдельных элементов, узлов в батарее гидроциклонов 3, цилиндрических камер 7 и 8, распределительных 2 и сборных 9 и 10 напорных колец и т.д. закрывают задвижки 33, 36, 37, открывают задвижки 40 и 41. Для увеличения времени и интенсивности гидродинамической обработки исходной НСВ обводной трубопровод 38 может быть снабжен закручивающим устройством любого типа, например, в виде закручивающего сужающегося винтового канала. Это способствует увеличению дальнобойности закрученного потока, увеличению времени гидродинамической обработки НСВ в объеме закрученного потока и, как следствие, ослаблению, разрушению бронирующих оболочек нефтяных глобул, их сближению, увеличению частоты столкновения и коалесценцию.

При этом часть исходной НСВ по обводному трубопроводу 38, трубопроводу-перемычке 39, трубопроводу 34 через открытую задвижку 40 поступает в распределитель 17 и из него в виде равномерно распределенного потока в слой высококонцентрированной по нефти эмульсии (т.е. в зону турбулентного перемешивания 21), где происходит коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 23 и контактная очистка НСВ от нефти.

Другая часть исходной НСВ по трубопроводу-перемычке 39 через открытую задвижку 41 по трубопроводу 35 поступает в распределитель 18, а из него в виде равномерно распределенного потока непосредственно к нижней поверхности слоя нефти 23, т.е. в зону турбулентного перемешивания 21. Потoki, выходящие из распределителя 17 и 18, интенсивно перемешиваются в слоях высококонцентрированной по нефти 21 и нефти 23, что повышает эффективность контактной очистки НСВ. При этом в слое высококонцентрированной эмульсии 21, в режиме турбулентного перемешивания, происходит интенсивная коалесценция нефтяных капель, переход их в слой уловленной нефти 23. Дальнейшая очистка НСВ, удаление очищенной воды, уловленной нефти и осадка происходят аналогично выше описанному.

Таким образом, в указанных выше режимах, при проведении ремонтно-монтажно-профилактических мероприятий, аварийных отключений батареи гидроциклонов 3, камер 7 и 8, распределительных 2 и сборных колец 9 и 10 и т.д., работа устройства не прекращается.

Для возврата устройства в нормальный проектный режим работы открываются задвижки 33, 36 и 37 и закрываются задвижки 40 и 41 и устройство вновь начинает работать по вышеописанной схеме.

Достоинствами данного устройства являются высокая надежность, высокий эффект очистки и высокая удельная производительность; комплексная гидродинамическая обработка НСВ, совмещенная с интенсивной контактной очисткой; равномерное распределение потока очищаемой НСВ, равномерный сбор очищенной воды и осадка; гидродинамическое разрушение промежуточного слоя и исключение формирования этого слоя, достаточно полное и быстрое удаление осадка при полном исключении ручного труда и простоя установки для очистки, возможность удаления осадка в любое время года; возможность проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ без прекращения работы устройства; улучшение условий эксплуатации устройства очистки НСВ; компактность устройства и высокая индустриальность его в изготовлении (блок полного заводского изготовления) и монтаже.

В основе технологии и работы аппаратов (установок) типа БГКО для очистки вод НСВ определяющее место занимают: количественные, качественные и режимные параметры исходной НСВ; гидродинамические процессы, происходящие как в самих аппаратах, так и коммуникациях; требования к качеству очищенной НСВ.

Систематизация и анализ имеющегося большого фактического материала о составе и свойствах НСВ представлены в литературе достаточно подробно [1, 11, 12-14 и др.].

Ниже кратко изложены основные сведения о НСВ, необходимые в условиях создания новых установок типа БГКО.

НСВ образуются на объектах добычи и подготовки нефти на промыслах и представляют собой смесь пластовых сточных вод (80-95 %), промышленных стоков (4-15 %) и ливневых вод (1-3 %) [1]. Определяющими физико-химические свойства НСВ являются пластовые сточные воды (ПСВ).

Минерализация ПСВ для различных районов изменяется от 15 до 300 г/л; плотность гидрокарбонатнонатриевых (щелочных) пластовых вод не превышает 1,07 г/см<sup>3</sup>, а хлоркальциевых (жестких) достигает 1,2 г/см<sup>3</sup>; содержание растворенных газов 15 ч 180 л/м<sup>3</sup>; активная реакция (рН) 4 ч 8; прозрачность 0 ч 5 см по Снеллену; цветность – от бледно-желтой до темно-коричневой. Вязкость в зависимости от температуры и концентрации дисперсной фазы в НСВ изменяется от 0,7·10<sup>-3</sup> до 2·10<sup>-3</sup> Па·с; поверхностное натяжение на границе раздела фаз «нефть-вода» низкое – в пределах 0,01 ч 0,014 Н/м, что обусловлено наличием в НСВ поверхностно-активных веществ. Температура НСВ в зависимости от температуры пласта и технологии подготовки нефти составляет 10-70°С, а в отдельных случаях достигает до 80°С [1, 12].

Нефть в НСВ может находиться в различном состоянии: растворенном до 10 мг/л, эмульгированном до 500-600 мг/л, плавающем, до 10000 мг/л и в отдельных случаях может до нескольких десятков граммов на литр. В НСВ в основном содержатся частицы нефти (84-97,5 %) размером не более 10 мкм. На промыслах ОАО «Татнефть» фракционный состав частиц нефти в НСВ представлен частицами размером до 10 мкм (55-73 %), 10 ч 30 мкм – 18-27 %, 30-90 мкм – 4 ч 19 % и более 90 мкм – 3 ч 5 % основная масса частиц нефти в НСВ (60-85 %) имеет размер 5-15 мкм [1, 11, 12, 15].

Механические примеси в НСВ образуются, в основном, в результате нарушения солевого равновесия, коррозии металлов, окисления закисного железа и вносятся с технической водой. Содержание механических примесей в НСВ составляет 804-1000 мг/л, а фракционный состав представлен частицами размером до 10 мкм (90-99 %). Встречаются частицы взвеси размером 95-115 мкм (0,3 %) [1, 11, 12].

Исследованиями установлено, что вокруг частиц нефти, содержащихся в НСВ, образуются адсорбционные (бронирующие) оболочки. Состав оболочек отличается разнообразием и в них входят: асфальтены, смолы, парафины, соли нафтеновых кислот и тяжелых металлов, твердые частицы минеральных и углеродных примесей состоят в основном из глины (аргелиты), алевролитовых, мергелевых и кварцевых песчинок размером не более 10-15 мкм. В формировании бронирующей оболочки основную роль играют растворенные коллоидные и тонкодиспергированные примеси, содержащиеся в НСВ. При этом происходит увеличение механической прочности оболочек; НСВ становится более устойчивой, в начальный период происходит ее интенсивное «старение», что далее постепенно замедляется и часто через сутки прекращается. Прочность адсорбционных пленок на границе «нефть-вода» по удельному давлению, например для девонских нефтей достигает 500-700 дин/см (0,8 Н/м); температуре 20°С и времени старения 1-24 ч прочность в пределах 600-1100 дин/см (0,6-1,1 Н/м) [1, 12, 14].

Устойчивость НСВ понижается с повышением температуры, что объясняется изменением плотности, вязкости фаз и уменьшением механической прочности адсорбционных оболочек; увеличение рН приводит к снижению прочности оболочек; все это способствует коалесценции, расслоению НСВ.

Чем меньше поверхностное натяжение на границе «нефть-вода» ( $\sigma$ ), тем меньше интенсивность коалесценции капель нефти и расслоения НСВ. При  $\sigma < 1$  дин/см образуется стойкая эмульсия. НСВ поверхностное натяжение на границе нефть-вода достигает 5-19,4 дин/см [1, 12].

В формировании различных типов и стойкости НСВ, упрочнении оболочек частиц дисперсной фазы существенную роль играют твердые механические примеси (взвешенные вещества) эмульгаторы, которые образуются в результате суффозии минералов из продуктивных пластов при добыче нефти, загрязнения продукции скважин утяжеленными глинистыми растворами, баритом, продуктами коррозии, осадка гидрата окиси железа; последний находится в НСВ в виде хрупких хлопьевидных пластинок

размером от микрона и меньше до 1 мм. Твердые механические примеси НСВ имеют различные плотность, форму, смачиваемость в воде и нефти и могут находиться как в составе содержимого оболочек, так и в адсорбированном состоянии на поверхности частиц дисперсной фазы, стабилизируя их, обуславливая большую стойкость НСВ.

НСВ относят к тонкодисперсным системам по основному количеству капель, содержащихся в них, но в них содержатся также капли грубодисперсные (100-1000 мкм) и коллоидные (1-0,001 мкм), в целом НСВ полидисперсны. Уменьшение размеров капель приводит к стабилизации и увеличению кинетической устойчивости НСВ. Высокая стойкость НСВ наблюдается даже при значительно больших размерах капель нефти (20-30 и более мкм) вследствие стабилизации капель адсорбцией примесей на поверхности капель, а также при относительно небольшой концентрации капель нефти и, как следствие, малая вероятность столкновения капель и низкая эффективность коалесценции капель. В связи с этим разбавленные эмульсии, в которых содержание нефти составляет не более 100-1000 мг/л, могут быть практически устойчивы даже при отсутствии специальных эмульгаторов или при действии слабых стабилизирующих факторов [1, 13, 14].

В НСВ могут содержаться растворенные газы: азот, сероводород, углекислый газ, кислород, метан, этан, пропан и др. в количестве 15-180 л/м<sup>3</sup> воды. При отведении и очистке НСВ из 1 м<sup>3</sup> воды выделяется 6-25 л газов; а в открытых очистных сооружениях 6-100 л из 1 м<sup>3</sup> воды за время от нескольких часов до двух суток. В НСВ отстойников, работающих под давлением 2-6 кгс/см<sup>2</sup>, содержится в 3-4 раза больше газа, чем в НСВ из безнапорных нефтяных резервуаров. Растворенные газы ухудшают санитарное состояние среды, взрывоопасны, повышают агрессивность воды к металлу, бетону, могут быть использованы для флотационной очистки НСВ [1, 12-15].

В НСВ содержатся также различные ПАВы деэмульгаторы (ионогенные, неионогенные, водорастворимые и нефтерастворимые), которые добавляются в сырую нефть в системах добычи и подготовки нефти. Применение водорастворимых деэмульгаторов способствует образованию тонкодисперсной НСВ, трудно поддающейся очистке.

Практически все НСВ имеют суспензионно-эмульсионный характер и относятся к полидисперсным микрогетерогенным системам. Свойства их, особенно состояние бронирующих оболочек на каплях дисперсной фазы, определяют методы разрушения и очистки НСВ.

Анализ наиболее признанных теорий и результатов исследований стабилизации дисперсных систем показывает, что процесс предварительной подготовки НСВ к очистке заключается в снижении агрегативной и кинетической устойчивости НСВ путем, главным образом, разрушения бронирующих оболочек на каплях нефти, препятствующих их коалесценции.

Качество воды для заводнения необходимо устанавливать с учетом следующих факторов: геологическое строение, состав пород, физические свойства и совершенства вскрытия нефтяного пласта, свойства пластовой и нагнетаемой воды, условия заводнения (внутриконтурное, законтурное, давление нагнетания).

Очищенная вода, закачиваемая в продуктивный горизонт, должна обеспечить вытеснение нефти, устойчивую приемистость нагнетательных скважин в заданных объемах при оптимальном давлении закачки воды и отвечать следующим требованиям [1, 11-15]:

- значение рН должно находиться в пределах от 4,5 до 8,5;
- при снижении коэффициента приемистости нагнетательных скважин с начала закачки воды на 20 % проводятся работы по восстановлению фильтрационной характеристики призабойной зоны;
- при контакте закачиваемой воды с пластовой водой и породой коллектора может быть допущено снижение фильтрационной характеристики на 20 %;
- при закачке воды в поровые коллекторы проницаемостью свыше 0,1 мкм должно быть 90 % частиц мехпримесей и нефти не крупнее 5 мкм;
- содержание нефти и механических примесей устанавливается соответственно 60-50 мг/л;
- содержание растворенного кислорода в воде не более 5 мг/л;
- набухаемость пластовых глин в закачиваемой воде не должна превышать значения их набухаемости в пластовой воде месторождения;

- при коррозионной активности свыше 0,1 мм/год необходима антикоррозионная защита трубопроводов и оборудования;
- содержание сероводорода и сульфатовосстанавливающих бактерий в закачиваемой воде устанавливаются с учетом физико-химических характеристик пластовой нефти, газа и воды эксплуатируемого горизонта.

Процесс очистки НСВ для целей заводнения сводится к удалению из них мехпримесей и только плавающей и эмульгированной нефти до требуемого уровня, так как растворенная нефть не влияет на приемистость нагнетательных скважин.

По сравнению с другими источниками водоснабжения, НСВ обладает следующими основными преимуществами: ее ресурсы постоянно растут и огромны; закачка НСВ способствует увеличению нефтеотдачи пласта, так как обладает более высоким нефтемывающим свойством; в НСВ отсутствуют условия для развития сульфатовосстанавливающих бактерий, появления сероводорода в нефтяном пласте, следовательно, отсутствует сероводородная коррозия оборудования и закупорка поровых каналов пласта микроорганизмами; НСВ при закачке их в пласт не создают очагов воды с не свойственным этим горизонтам физико-химическим составом; НСВ имеют большую плотность, следовательно для закачки их требуется меньшее давление: при закачке НСВ в слабопроницаемые пласты, содержащие глины, проницаемость этих пластов практически не снижается, т.к. в этой воде глина разбухает значительно меньше, чем в пресной воде; при закачке НСВ с относительно высокой температурой, температурный режим пласта практически не изменяется, вязкость нефти не увеличивается, выпадения парафина не происходит.

Повышение качества закачиваемой в пласт воды приводит: к вовлечению в разработку пластов низкой проницаемости и увеличению добычи нефти; снижению темпов роста давления закачки и затрат электроэнергии для закачки воды; увеличению межремонтных периодов скважины, следовательно, дополнительной добычи нефти; сокращению числа порывов водоводов за счет снижения давления закачки при сохранении приемистости скважин; сокращению объемов шлама при разливах нагнетательных скважин во время ремонтных работ; сокращению числа вновь бурящихся скважин, в связи с утратой приемистости пробуренных ранее; снижению загрязнений окружающей среды с НСВ при порывах трубопроводов.

Использование НСВ в системах заводнения нефтяных пластов является единственным экономически и экологически выгодным путем их ликвидации на промыслах.

### Список литературы

1. Адельшин А.А. Моделирование процессов и разработка установок очистки нефтесодержащих сточных вод на основе использования закрученных потоков. Дис. канд. наук. – Пенза, 2009. – 181 с.
2. Патент РФ № 2189360. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
3. Патент РФ № 2227791. Бюл. № 12 от 27.04.2004 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов Р.А.
4. Патент РФ № 2248327. Бюл. № 8 от 20.03.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
5. Патент РФ № 2253623. Бюл. № 16 от 10.06.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
6. Патент РФ № 2255903. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов Р.А., Урмитова Н.С.
7. Патент РФ № 2257352. Бюл. № 21 от 27.07.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.

8. Патент РФ № 2303002. Бюл. № 20 от 20.07.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б.
9. Патент РФ № 2313493. Бюл. № 26 от 27.12.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Файзуллин Р.Н., Сахапов Н.М.
10. Патент РФ № 2408540. Бюл. № 1 от 10.01.2011 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б.
11. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Гидродинамическая очистка нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков. Монография. – Казань: КГАСУ, 2011. – 246 с.
12. Тронов В.П., Тронов А.В. Очистка вод различных типов для использования в системе ППД. – Казань: Фэн, 2001. – 560 с.
13. Адельшин А.Б., Потехин Н.И. Интенсификация очистки нефтесодержащих сточных вод на основе применении струйно-отстойных аппаратов. Монография. – Казань: КГАСА, 1997. – 207 с.
14. Адельшин А.Б. Интенсификация гидродинамической очистки нефтесодержащих сточных вод. Дис. в виде научного доклада на соискание ученой степени док. техн. наук. – СПб., 1998. – 73 с.
15. Бусарев А.В. Интенсификация очистки нефтесодержащих сточных вод с применением гидроциклонов с противодавлением на сливах. Дис. канд. наук. – Казань: КИСИ, 1997. – 229 с.

Adelshin A.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Adelshin A.B. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: a566pm@rambler.ru

Urmitova N.S. – candidate of technical sciences, associate professor

Beregovaya V.A. – student

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### **Basic provisions of designing, design and calculation of block installations of purification of oil-field sewage with use of the twirled streams**

#### **Part 1. Basic data on the cleaning device, on qualitative and quantitative parameters of oil-field sewage and requirements to quality of their cleaning**

##### **Resume**

Now about 90 % of oil are extracted on the fields developed with use of methods of water flooding of oil layers for keeping up of bench pressure.

Purification of the oil-field sewage (OFS) for water flooding of the productive horizons consists at a distance from them to the set norms of oil and mechanical impurity.

The essence and success of process of cleaning of OFS consists in destruction of the adsorptive reserving cover on drops of the disperse phase (oil), previous merge, their integration. Thus defining depth and speed of process of cleaning of OFS extent of destruction of the specified cover on oil drops, the mode of movement OFS providing integration of these drops is. These processes are carried out most fully and intensively at certain extent of turbulization of a stream of OFS in a cavity of various hydrodynamic dropformers with the subsequent decantation.

Release of a trial complex of a hydrodynamic dropformers of the «hydrocyclone – chamber drains» (HCD-75) type is mastered and carried out; introduction of trial «set hydrocyclone – chamber drains – setting tank» (BGKO) installation for OFS cleaning for the purpose of water flooding of oil layers in the conditions of OAO «Tatneft» is carried out.

Advantages of this device are high reliability, high effect of cleaning and high specific efficiency; the complex hydrodynamic processing of OFS combined with intensive contact cleaning; uniform collecting the cleared water and deposit; hydrodynamic destruction of an

intermediate layer and exception of formation of this layer, rather full and fast removal of a deposit; possibility of carrying out repair and preventive and emergency works without device termination of work; block of full factory production.

Improvement of quality of water pumped in layer brings: to involvement in development of layers of low permeability and to increase in oil production; to increase in the between-repairs periods of a well, therefore, additional oil production; to reduction of number of again being drilled wells, in connection with loss of acceleration performance drilled earlier; to decrease in environmental pollution.

OFS use in systems of flooding of oil layers is only economically and ecologically favorable way of their elimination on crafts.

**Keywords:** oil-field sewage, hydrocyclone, chamber drains, swirling streams, setting tank, the inverting contact weight, coalescence, water purification, hydrodynamic processing, the filter.

### References

1. Adelshin A.A. Modeling of processes and working out of installations of oilfield wastewater purification on the basis of swirling streams usage: Cand. tech. sci. dissertation. – Penza, 2009. – 181 p.
2. Patent RF № 2189360. Bul. № 26 from 20.09.2002. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
3. Patent RF № 2227791. Bul. № 12 from 27.04.2004. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A., Kayumov R.A.
4. Patent RF № 2248327. Bul. № 8 from 20.03.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
5. Patent RF № 2253623. Bul. № 16 from 10.06.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
6. Patent RF № 2255903. Bul. № 19 from 10.07.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A., Kayumov R.A., Urmitova N.S.
7. Patent RF № 2257352. Bul. № 21 from 27.07.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
8. Patent RF № 2303002. Bul. № 20 from 20.07.2007. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.A., Potekhin N.I., Adelshin A.B.
9. Patent RF № 2313493. Bul. № 36 from 27.12.2007. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.A., Adelshin A.B., Fayzullin R.N., Sakhapov N.M.
10. Patent RF № 2408540. Bul. № 1 from 10.01.2011. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.A., Adelshin A.B.
11. Adelshin A.A., Adelshin A.B. Urmitova N.S. Hydrodynamic purification of oilfield wastewater on the basis of swirling flows usage. Monography. – Kazan: KSUAE, 2011. – 245 p.
12. Tronov V.P., Tronov A.V. The different waters purification for using in PPD systems. – Kazan: FAN, 2001. – 560 p.
13. Adelshin A.B., Potekhin N.I. Intensification of oily wastewater cleaning based on the use of jet and settling devices. Monography. – Kazan: KSABA, 1997. – 208 p.
14. Adelshin A.B. The intensification of processes of oilfield wastewater hydrodynamic purification / Doctor of technical sciences dissertation. – Saint-Petersburg, 1998. – 73 p.
15. Busarev A.V. Intensification of purification of petrocontaining sewage with application of hydroclones with counter-pressure on chamber drains: Cand. tech. sci. dissertation. – Kazan, 1997. – 229 p.

УДК 628.1

Адельшин А.Б. – доктор технических наук, профессор

Нуруллин Ж.С. – доцент

E-mail: nurullin.g@yandex.ru

Бусарев А.В. – кандидат технических наук, доцент

Шешегова И.Г. – доцент

E-mail: ig-7@mail.ru

Хамидуллина А.А. – старший преподаватель

E-mail: alsu-13@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Некоторые аспекты хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Казани

#### Аннотация

В статье рассмотрены проблемы хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Казани. Дан анализ качественного состояния источников водоснабжения города – поверхностного и подземных, а также проведен анализ технического состояния водозаборных сооружений, водоочистной станции Волжского водозабора и городских водопроводных сетей. Рассмотрена программа перспективного развития системы водоснабжения Казани на период до 2020 г., которая предусматривает увеличение производительности Волжского водозабора и введение в эксплуатацию водозабора подземных вод Столбищенского месторождения с объединением источников в единую систему. Реализация программы позволит ликвидировать дефицит питьевой воды, улучшить ее качество и повысить надежность работы системы водоснабжения города.

**Ключевые слова:** хозяйственно-питьевое водоснабжение, качество воды, водоносный горизонт, водозаборные и водоочистные сооружения, технология водоподготовки, водопроводная сеть, водопроводный узел.

В настоящее время город Казань, как и большинство крупных городов Российской Федерации, в вопросах хозяйственно-питьевого водоснабжения испытывает ряд общих проблем – дефицит питьевой воды, низкий процент подземных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении, ухудшение качества воды источников водоснабжения, использование устаревших технологий очистки воды, неудовлетворительное состояние сетей, вызывающее вторичное загрязнение и большие потери водопроводной воды в процессе ее транспортировки потребителям.

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Казани является вода Куйбышевского водохранилища.

Вода, забираемая из Куйбышевского водохранилища, подвергается обработке на очистных сооружениях Волжского водозабора, состоящей из пяти очередей, общей проектной производительностью 510 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Технология водоподготовки, используемая на всех очередях очистных сооружениях, была разработана применительно к качеству волжской воды в 30-40-х годах прошлого века. Она предусматривает реагентную обработку воды с использованием коагулянта и флокулянта с отстаиванием воды в горизонтальных отстойниках и фильтрованием на скорых фильтрах с зернистой загрузкой из кварцевого песка. На заключительной стадии очистки вода проходит обеззараживание жидким хлором. Используемая технология, согласно нормам на проектирование [2], применяется при подготовке мутных вод.

В настоящее время, по сравнению со времени начала эксплуатации очистной станции в 1942 году, качество волжской воды претерпело значительные изменения, в том числе и в результате создания Куйбышевского водохранилища, и характеризуется как вода средней мутности и цветности.

По многолетним данным, наблюдается негативная тенденция снижения качества воды Куйбышевского водохранилища, связанная как с интенсивным антропогенным воздействием – загрязнением промышленными, бытовыми и ливневыми сточными водами, так и процессами водной эрозии берегов, особенно в прибрежной зоне, и минерализацией органических донных отложений. На фоне незначительной мутности увеличивается цветность воды, отмечается повышение содержания железа, марганца, фенолов, солей тяжелых металлов, растет перманганатная окисляемость, отмечается интенсивное развитие планктона, ухудшаются бактериологические показатели воды.

На сегодняшний день Куйбышевское водохранилище в районе Волжского водозабора города Казани как источник водоснабжения по органолептическим и бактериологическим показателям качества воды может быть отнесено только ко второму классу, а по отдельным показателям – к третьему классу [1] (табл. 1).

Таблица 1

**Основные показатели качества воды Куйбышевского водохранилища в створе Волжского водозабора г. Казани**

Показатели	Ед. мзм	Величина показателя			Норматив для ЦХПВ 2 класса
		min	max	сред.	
Взвешенные вещества	мг/л	3	15	4,8	0,25 к фону
Цветность	град.	35	159	58	120
Запах	балл	1	3	2	3
Жесткость общая	мг-экв/л	2,4	4	3,4	7
Сухой остаток	мг/л	201	303	266	1000
ПАВ	мг/л	0,04	0,11	0,081	0,5
Окисляемость	мгО <sub>2</sub> /л	5,1	11	8,1	5,0
Железо	мг/л	0,32	1	0,55	3
БПК <sub>5</sub>	мг/л	0,6	3,2	1,9	2
ОМЧ при 22°С	КОЕ/мл	13	3850	438	не норм.

Обработка воды с незначительным содержанием взвешенных веществ по существующей схеме в горизонтальных отстойниках малоэффективна и не позволяет достичь требуемой глубины осветления на первой ступени очистки, что приводит к увеличению грязевой нагрузки на скорые фильтры. Для повышения эффективности работы отстойников применяются повышенные дозы коагулянта, что ведет не только к перерасходу реагентов, но и вызывает рост концентрации алюминия в очищенной воде. Кроме этого, на эффективность работы очистной станции влияет отсутствие в технологической схеме подготовки воды микрофильтров, что, в свою очередь, увеличивает биообрастание сооружений.

При водоподготовке по данной технологии возникают определенные проблемы из-за того, что она не рассчитана на повышенные концентрации загрязнений антропогенного происхождения (нефтепродукты, фенолы, поверхностно-активные вещества, соли тяжелых металлов и т.п.).

Также негативно влияют на процесс очистки воды устаревшее оборудование, имеющее значительный износ.

В связи с отсутствием на очистной станции сооружений по обработке промывных вод от скорых фильтров потери воды вместо рекомендуемых 3-4 % [2] достигают 14 % от общей производительности очистных сооружений. Кроме этого, отсутствие повторного использования промывных вод обуславливает увеличенный забор воды из источника и увеличение затрат электроэнергии на его перекачку. Более того, сброс неочищенных промывных вод, содержащих химреагенты, негативно влияет на экологию водоема.

Наряду с водой Куйбышевского водохранилища, для хозяйственно-питьевого водоснабжения Казани используются подземные воды, объем которых составляет около 6 % от общего водопотребления города, что более чем в 3 раза меньше нормативных требований по безопасности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения в чрезвычайных ситуациях [4]. На территории города расположены 8 подземных водозаборов и несколько десятков

отдельно стоящих скважин. Наиболее крупными по дебиту подземными водозаборами являются водозаборы «Азино», «Мирный», «Аки», «Танкодром».

Подземные воды приурочены к неогенчетвертичным и верхне- и нижнеказанским отложениям с глубиной залегания водоносных пластов от 5-6 до 125 м и относятся к категории незащищенных, а значит, подвержены загрязнению поверхностными стоками. Большая часть подземных вод (примерно 70 %) по своему качеству не соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [3] и требуют очистки по жесткости и содержанию железа.

Большинство подземных водозаборов г. Казани в настоящее время не имеет утвержденных зон санитарной охраны второго и третьего пояса, а у некоторых скважин отсутствуют даже зоны первого пояса. Практически все подземные водозаборы подают воду в городскую сеть без какой-либо обработки.

Качество воды подаваемой потребителям также значительно зависит от технического состояния водопроводных сетей.

Строительство водопроводных сетей в г. Казани было начато в 30-х годах прошлого века и большинство трубопроводов, подающих питьевую воду, эксплуатируется уже в течение 50-60 лет. Длительный срок эксплуатации трубопроводов привел к их значительному физическому износу (при общей протяженности сетей 1128 км, свыше 500 км отнесено к ветхим [5]) и соответственно к большой аварийности на сетях и увеличению потерь воды, которые составляют до 20 % от объема воды, подаваемой в сеть.

В процессе длительной эксплуатации водопроводных труб отмечается как значительная коррозия материала трубопроводов, так и обрастание внутренней поверхности. В результате этого уменьшилась пропускная способность сети и увеличилось вторичное загрязнение воды при ее транспортировке.

В 2010 году администрацией г. Казани разработана программа развития городских инженерных систем на период до 2020 года, которая предусматривает развитие систем водоснабжения, водоотведения, тепло-, газо- и электроснабжения, а также системы утилизации твердых бытовых отходов.

Исходя из анализа существующего состояния системы водоснабжения города Казани, для повышения ее надежности и улучшения качества подаваемой воды, программой предусмотрено создание кольцевой схемы, объединяющей существующий Волжский водозабор из поверхностного источника и проектируемый водозабор подземных вод «Столбищи».

Реконструкция Волжского водозабора заключается в модернизации технологии водоподготовки существующих очередей очистной станции с доведением его производительности до 630 тыс. м<sup>3</sup>/сут путем строительства VI очереди на 125 тыс. м<sup>3</sup> воды в сутки, а также узла обработки промывных вод скорых фильтров и обработки осадков горизонтальных отстойников.

Подземные воды в объеме 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут предполагается подавать от водозабора «Столбищи», расположенного к югу от города на площадке Столбищенского участка.

Проектируемый водозабор «Столбищи» будет располагаться на одноименном участке на разведанных эксплуатационных запасах подземных вод Приказанской группы месторождений [3]. Водозабор будет размещен на землях Лаишевского района и представляет собой полосу шириной 1 км и длиной 20 км, от южной окраины г. Казани до н.п. Никольское.

Расчетная схема прогнозного водозабора, принятая по результатам предварительной оценки запасов, представляет собой линейный ряд, состоящий из 10 площадок водозаборных скважин по 4-6 га, расположенных на расстоянии 1,5-2,5 км друг от друга с эксплуатационной нагрузкой от 10 до 30 тыс. м<sup>3</sup>/сут на один узел. Эксплуатационные запасы подземных вод Столбищенского месторождения оценены на срок 25 лет в сумме 212,2 тыс. м<sup>3</sup>/сут. На одном из участков площадью 120 га расположен действующий водозабор птицефабрики «Юбилейная», где пробурено 10 действующих и 6 резервных скважин.

В качестве одиннадцатого водозаборного узла в схему включена территория действующего водозабора «Мирный» площадью 28 га, на которой расположено 12 действующих и 10 резервных скважин.

Водоносные горизонты заключены в неогенчетвертичных и верхнепермских отложениях. Неогенчетвертичный водоносный комплекс приурочен к террасовым

отложениям р. Волга и залегает на глубинах до 60 м и более. Водовмещающие породы представлены песками разномерными, часто глинистыми, с включением гальки и щебня. Мощность их в осевых частях долины р. Волга измеряется десятками метров. Воды безнапорные и напорные. Величина напора варьирует от 0 до 40-46 м, дебиты скважин достигают 3 л/сек и более.

Качество вод месторождения изучено по результатам гидрогеохимического опробования эксплуатационных скважин водозабора «Мирный», а также одиночных эксплуатационных и поисково-разведочных скважин на площадке проектируемого водозабора «Столбищи». Воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевого с сухим остатком от 300 до 500 мг/л, с жесткостью в пределах до 7 мг-экв/л. В целом, воды комплекса безопасны в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредны по химическому составу и имеют благоприятные органолептические свойства. На отдельных площадках водозабора отмечается превышение ПДК по мутности, содержанию железа, марганца и интенсивности запаха.

Усредненные показатели качества подземной воды, при смешении дебита со всех 10 площадок водозабора, приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Показатели качества усредненной воды

Показатели воды	Норматив по СанПиН 2.1.4.1074-01	Среднее значение	Примечание
Мутность, мг/л	1,5	3,55	не удовл.
Цветность в градусах	20	4,4	удовл.
Водородный показатель, рН	6-9	7,6	удовл.
Сухой остаток, мг/л	1000	358,6	удовл.
Жесткость общая, ммоль/л	7	5,39	удовл.
Окисляемость перманганатная, мг/л	5	1,92	удовл.
Нефтепродукты, суммарно, мг/л	0,1	0,024	удовл.
ПАВ, анионно-активные, мг/л	0,5	0,136	удовл.
Фенольный индекс, мг/л	0,25	0,0017	удовл.
Алюминий (Al), мг/л	0,5	0,07	удовл.
Барий (Ba), мг/л	0,1	0,1	удовл.
Бериллий (Be), мг/л	0,0002	0,0014	не удовл.
Бор (B), мг/л	0,5	0,036	удовл.
Бром (Br), мг/л	0,2	0,029	удовл.
Железо (Fe), мг/л	0,3	0,97	не удовл.
Кадмий (Cd), мг/л	0,001	0,0006	удовл.
Кальций (Ca), мг/л	-	74,7	
Магний (Mg), мг/л	-	22,66	

Как видно из таблицы, усредненная вода требует очистки по содержанию взвешенных веществ, железа и бериллия.

Анализ карты техногенной нагрузки показывает, что большая часть Столбищенского участка располагается в ненарушенных условиях, однако в центральной части участка, непосредственно на линии прогнозного водозабора находятся несколько потенциальных источников загрязнения подземных вод:

- 1) Птицефабрика «Юбилейная ПО Татарское» 1,2-1,3 млн. голов птицы в год, находится между н.п. Песчаные Ковали и Столбищи;
- 2) Откормсовхоз «Казанский» на 1414 голов крупного рогатого скота и 260 голов свиней, расположенный на западной окраине н.п. Песчаные Ковали;
- 3) Комплекс крупного рогатого скота на 394 коровы в 1,5 км юго-западнее н.п. Пиголи;
- 4) Молочно-товарная ферма с поголовьем дойного стада на 402 коровы, расположенная у села Никольское.

Техногенная обстановка, сложившаяся на территории Столбищенского месторождения, крайне неоднородна: есть участки, находящиеся практически в

ненарушенных условиях, но также есть участки с наличием потенциальных источников химического, нефтяного и бактериального загрязнения одновременно.

По данным гидрохимических опробований наблюдательных и эксплуатационных скважин на исследуемой площади, на сегодняшний день, наличие потенциальных источников загрязнения практически не отражается на качестве подземных вод, что свидетельствует о высокой очищающей способности зоны аэрации.

В перспективе, программой развития системы водоснабжения города предусмотрено объединение источников водоснабжения путем создания водопроводного кольца, охватывающего всю территорию города с устройством 15 водопроводных узлов, 8 из которых на сегодня существуют.

Водопроводные узлы производительностью от 2500 до 5000 м<sup>3</sup>/ч состоят из насосных станций и резервуаров чистой воды объемом от 3 до 20 тыс. м<sup>3</sup>. Между водопроводными узлами будут проложены магистральные линии диаметром от 700 до 1200 мм, причем по внешнему контуру прокладка водоводов предусмотрена в две линии. Общий объем резервуарного парка составит 400 тыс. м<sup>3</sup>, что позволит в случае техногенных аварий, связанных с загрязнением Волги или выходом из строя Волжского водозабора, обеспечить город водой, с некоторыми ограничениями, в течение 2-х суток. Кроме этого, создание этой схемы водоснабжения предполагает ликвидацию подземных водозаборов на территории города.

Реализация данной программы позволит ликвидировать дефицит питьевой питьевой воды, улучшить ее качество и повысить надежность работы системы водоснабжения города.

### Список литературы

1. ГОСТ 2761-84. «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические и технологические требования и правила выбора. Введ. 01.01.86. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 12 с.
2. СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Введ. 01.01.85. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 128 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2002. – 103 с.
4. ГОСТ Р 22.6.01-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования. Введ. 01.07.96. – М.: Госстандарт Российской Федерации, 1996. – 16 с.
5. Феофанов Ю.А., Адельшин А.Б., Нуруллин Ж.С. Пути экономии энергоресурсов в системах водоснабжения // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). – С. 153-159.

**Adelshin A.B.** – doctor of the technical sciences, professor

**Nurullin G.S.** – associate professor

E-mail: nurullin.g@yandex.ru

**Busarev A.V.** – candidate of the technical sciences, associate professor

**Sheshegova I.G.** – associate professor

E-mail: ig-7@mail.ru

**Khamidoullina A.A.** – senior lecturer

E-mail: alsu-13@list.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Some aspects of the drinking water supply system of Kazan

#### Resume

The main source of drinking water in Kazan is the Volga River. Water quality, affected by the creation of the Kuibyshev reservoir as well as human impact, has changed significantly. Water

treatment technology, which was designed according to the conditions that were at the beginning, today is outdated and ineffective. Besides city water supply system does not meet the regulatory requirements for safety in emergency situations in mind due to low use of groundwater.

Water supply system of the city is characterized by great physical deterioration, high accident rate and high water loss. Corrosion and fouling of pipes reduced their capacity, increased secondary contamination of water during transportation as well as the cost of pumping.

Perspective plan for developing existing system is the establishment of annular water supply system of the city which will combine the existing Volga intake plant from surface water and groundwater intake plant «Stolbische» that is currently being designed. Plumbing ring will cover the whole city which will consist of 15 water supply knots.

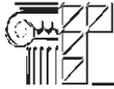
Water treatment technology of the existing sewage treatment plant needs to be modernized for increasing its performance up to 630 m<sup>3</sup>/day, also processing unit for water and precipitation should be constructed.

Cover the deficit of drinking water systems and increase the use of groundwater in the drinking water supply system of the city is planned by putting into operation water intake system for underground water of the Stolbische deposit with performance 200 m<sup>3</sup>/day.

**Keywords:** drinking water supply system, water quality, aquifer, water intake and water treatment plants, water treatment technology, water supply system, the water knot.

#### References

1. GOST 2761-84. «Sources of centralized drinking water supply systems. Hygienic and technological requirements and selection rule». Introduced. 01.01.86. – M.: Publishing IEC standards, 2001. – 12 p.
2. SNIP 2.04.02-84\*. Water supply. External networks and facilities. Introduced. 01.01.85. – M.: FSUE LAC, 2004. – 128 p.
3. SanPiN 2.1.4.1074-01. Drinking water. Hygiene requirements for the quality of centralized water supply systems. Quality control. – M.: Russian Federal Centre for Sanitary Inspection, 2002. – 103 p.
4. GOST R22.6.01-95. Safety in emergency situations. Safeguarding of drinking water supply systems. General requirements. Introduced. 01.07.96. – M.: State Standard of the Russian Federation, 1996. – 16 p.
5. Feofanov J.A., Adelshin A.B., Nurullin J.S. Ways of saving energy in water supply systems // News KGASU, 2012, № 2 (20). – P. 153-159.



УДК 69.059.4

Анваров Б.Р. – инженер

E-mail: anvarov@mail.ru

Латыпов В.М. – доктор технических наук, профессор

Латыпова Т.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: stexpert@mail.ru

Анваров А.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: anvarov@yandex.ru

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Адрес организации: 450080, Россия, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195

### Долговечность железобетона в резервуарах чистой воды

#### Аннотация

В статье представлена классификация существующих типов резервуаров чистой воды, результаты обследования их технического состояния. Уточнен механизм коррозии железобетонных конструкций подводной части резервуаров, проведено сопоставление с механизмом коррозии конструкций надводной части. Определены значения средней скорости коррозии выщелачивания железобетонных конструкций резервуаров в зависимости от плотности бетона, на основании, которых осуществлен прогноз долговечности конструкций как эксплуатирующихся резервуаров, так и вновь возводимых.

**Ключевые слова:** долговечность железобетона, резервуары чистой воды, коррозия выщелачивания, карбонизация бетона, продукты коррозии арматуры.

Городская система водоснабжения представляет собой комплекс сооружений, включающий следующие объекты:

- водоприемные сооружения, при помощи которых осуществляется прием воды из природных источников;
- водоподъемные сооружения или насосные станции, подающие воду к местам ее очистки, хранения и потребления;
- сооружения для очистки воды;
- водопроводные сети для подачи воды к местам ее потребления;
- башни и резервуары чистой воды, играющие роль регулирующих и запасных емкостей в системе водоснабжения.

Основная часть конструкций этих сооружений традиционно выполняется в монолитном, сборном или сборно-монолитном железобетоне.

Опыт эксплуатации систем водоснабжения свидетельствует о том, что наибольшее число отказов из-за снижения долговечности конструкций характерно для емкостных сооружений – резервуаров чистой воды, следствием чего являются сверхнормативные потери воды из-за нарушения герметичности резервуаров.

Согласно [1], нормативный срок службы резервуаров чистой воды составляет 40 лет; согласно [2] срок службы железобетонных конструкций при данной слабоагрессивной окружающей среде (действие чистой воды на железобетонные конструкции) равен 50 годам. Для большей части существующих резервуаров в настоящее время сроки эксплуатации превышают нормативные сроки, и, как следствие, возникают проблемы с эксплуатацией резервуаров – образование трещин в железобетонных конструкциях и нарушение герметичности, а также высокий физический износ конструкций по критерию долговечности. В связи с этим возникает вопрос об остановке работы таких резервуаров, однако с точки зрения больших затрат на строительство и пуск новых объектов целесообразно сохранение существующих резервуаров при регулярном проведении освидетельствования их технического состояния с соблюдением рекомендаций по дальнейшей эксплуатации.

В таблице 1 представлены наиболее распространенные конструктивные схемы существующих резервуаров чистой воды, а в таблице 2 – результаты обследования их технического состояния, проведенного авторами в последние годы. Отметим, что

железобетонные колонны в резервуарах являются наиболее подверженными действию чистой воды – со всех четырех сторон, в отличие от днища и стен, вступающих в контакт с водой лишь с одной стороны. В связи с этим глубина нейтрализации бетона определялась для колонн.

Таблица 1

## Классификация существующих типов резервуаров

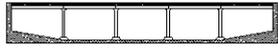
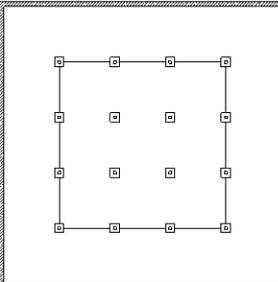
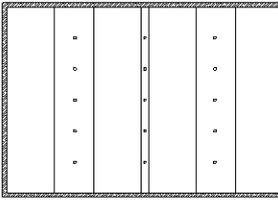
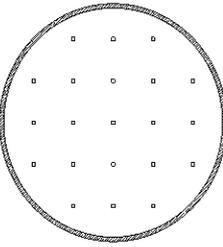
Тип резервуара	Тип I	Тип II	Тип III
Конфигурация	Прямоугольный	Прямоугольный	Цилиндрический
Вертикальный разрез			
План стен и колонн			
Типовой проект	ТП 901-04-63.83. Резервуары для воды прямоугольные сборные емкостью 50-20000 м <sup>3</sup>	Индивидуальный проект Емкость 3000 м <sup>3</sup>	ТП 901-04-63.86. Резервуары для воды цилиндрические железобетонные монолитные вместимостью от 50 до 500 м <sup>3</sup>
Возможные варианты исполнения	<u>Сборно-монолитный:</u> – монолитные конструкции: днище, стены; – сборные конструкции: колонны, стеновые панели, балки покрытия, плиты покрытия	<u>Монолитный:</u> – монолитные конструкции: днище, стены, колонны, балки покрытия, покрытие	<u>Монолитный:</u> – монолитные конструкции: днище, стены, колонны, балки покрытия, покрытие

Таблица 2

## Результаты обследования резервуаров

Тип резервуара (по таблице 1)		I	I	I	I	III	II	III	II
Объем, м <sup>3</sup>		3000	6000	5000	10000	500	3000	3000	3000
Срок службы, лет		30	30	40	40	56	54	65	70
Марка бетона по водонепроницаемости		W4	W4	W4	W4	W4	W2	W2	W2
Глубина нейтрализации бетона колонн, мм	В под-водной части	5-6	5-6	9-10	9-10	10-12	14-15	16-17	18-20
	В над-водной части	–	–	9-10	–	10-11	–	15-16	–

Обследование резервуаров проведено согласно нормативу [3], в котором техническое состояние железобетонных конструкций оценивается по четырем категориям: 1 – аварийное, 2 – ограниченно-работоспособное, 3 – работоспособное, 4 – нормативное.

По результатам обследования установлено, что во всех резервуарах имеются дефекты и повреждения, однако все они являются ремонтпригодными. С целью осуществления прогноза долговечности конструкций резервуаров необходимо было провести исследования по двум направлениям: уточнить механизм коррозии и оценить скорость деструктивных процессов.

**Механизм коррозии.** По результатам обследования установлено, что механизм повреждения железобетонных конструкций в надводной и подводной части резервуара принципиально отличается. В надводной части повреждение происходит из-за карбонизации бетона (что приводит к снижению его щелочности) и последующей коррозии арматуры с образованием локализованных на ее поверхности продуктов коррозии («красной» ржавчины), увеличение которых в объеме создает в бетоне внутренние напряжения, что приводит к образованию трещин в защитном слое бетона (направленных вдоль арматурных стержней) и отслоению этого слоя (рисунок 1, таблица 3).

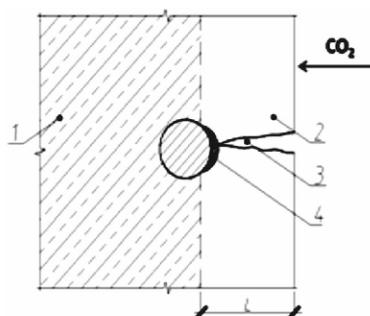


Рис. 1. Механизм разрушения бетона и коррозия арматуры в надводной части резервуаров чистой воды:

- 1 – неповрежденный бетон; 2 – карбонизированный слой бетона;  
3 – трещина в защитном слое бетона; 4 – продукты коррозии арматуры;  
L – глубина карбонизации бетона

Таблица 3

**Зависимость ширины раскрытия трещин в защитном слое бетона от глубины коррозии арматуры**

Ширина раскрытия трещины, мм	Глубина коррозии стали (мкм), по данным А.И. Васильева [4]	Глубина коррозии стали (мкм) по данным К. Andrade [5]
0,05	21	15-50
0,1	42	15-50
0,2	83	100-300
0,3	125	100-300
0,5	251	~300
1,0	502	~300

В подводных конструкциях снижение щелочности бетона происходит из-за растворения компонентов цементного камня (коррозия 1 вида), однако депассивация и коррозия стали протекает здесь в условиях ограниченного доступа кислорода (рисунок 2).

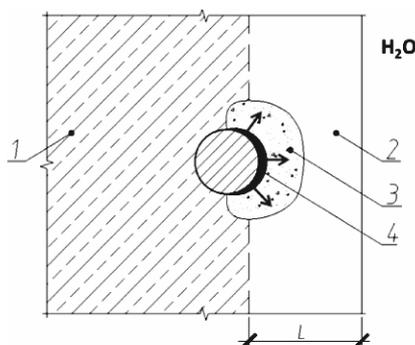


Рис. 2. Механизм разрушения бетона и коррозия арматуры в подводной части резервуаров чистой воды:

- 1 – неповрежденный бетон; 2 – нейтрализованный слой бетона;  
3 – область бетона, насыщенного продуктами коррозии арматуры;  
4 – продукты коррозии арматуры; L – глубина нейтрализации бетона

Это приводит к тому, что, во-первых, образуется так называемая «черная» ржавчина, а, во-вторых, продукты коррозии стали не локализуются только на поверхности арматуры, но и успевают продиффундировать глубоко в структуру бетона (вследствие малой скорости поступления кислорода). В результате распорный эффект на защитный слой бетона существенно снижается и на поверхности конструкций отсутствуют какие-либо трещины даже при глубине коррозии арматуры в 1...2 мм, что в десятки раз превышает данные по глубине коррозии арматуры при карбонизации бетона (таблица 3).

Таким образом, при отсутствии внешних признаков повреждения подводных конструкций (за исключением «шелушения» поверхностного слоя бетона и обнажения заполнителя), состояние арматуры может быть неудовлетворительным из-за начавшейся ее коррозии. Необходимо отметить, что снижение несущей способности конструкций происходит при этом не только за счет уменьшения сечения арматуры, но и вследствие ухудшения ее анкеровки в бетон из-за появления слоя «смазки» в виде продуктов коррозии стали.

По данным рентгенофазового анализа, состав продуктов коррозии стали в подводных и надводных конструкциях существенно отличается: если в надводной части преобладает оксигидроксид железа  $\text{FeO}(\text{OH})$ , то в подводной части наибольшая доля продуктов коррозии представлена гидроксидом железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (рисунок 3). Эти различия в фазовом составе, по-видимому, и определяют различия в цвете продуктов коррозии и возможности реализации распорного эффекта, сопровождающегося образованием трещин в защитном слое бетона. Отметим, что различия в фазовом составе продуктов коррозии обусловлены, в первую очередь, ограничением доступа кислорода к подводным конструкциям.

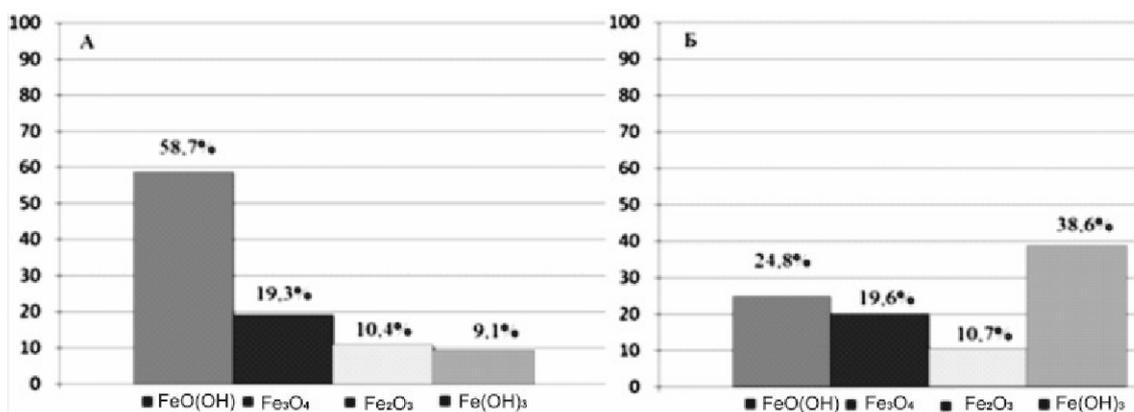


Рис. 3. Результаты рентгенофазового анализа продуктов коррозии арматуры в надводной (А) и подводной (Б) части резервуаров

**Оценка скорости нейтрализации бетона.** Из данных таблицы 2 следует, что глубина карбонизации надводных конструкций и глубина нейтрализации подводных конструкций сопоставимы по величине. Это позволяет сделать вывод о том, что необходимо учитывать опасность коррозионного износа подводных конструкций, несмотря на отсутствие внешних признаков повреждения конструкций, при изучении кинетики коррозионного процесса [6].

На основании полученных при обследовании данных была построена зависимость константы скорости коррозионного процесса при выщелачивании от плотности бетона (рисунок 4, прямая 2). Константа скорости коррозии  $K$  определялась по формуле (1):

$$L = \sqrt{KT}, \quad (1)$$

где  $L$  (глубина нейтрализации бетона колонн) и  $T$  (срок службы резервуара) – величины, принятые по данным таблицы 2.

В таблице 4 приведены полученные значения константы скорости коррозии  $K$  для бетонов с маркой по водонепроницаемости  $W_2$  и  $W_4$ , а также расчетные данные для бетона  $W_6$ , что позволяет осуществить прогноз глубины нейтрализации железобетонных конструкций подводной части при строительстве новых резервуаров на различные сроки эксплуатации с применением бетона марки по водонепроницаемости  $W_6$ .

Таблица 4

Значения констант скорости коррозии  $K$  для бетонов с W2, W4, W6

Водопоглощение, % по массе	Марка по водонепроницаемости, W	Водоцементное отношение, В/Ц	Константа скорости коррозии, $K$
св. 5,7	2	0,66-0,69	3,6; 4,4; 5,1
4,7-5,7	4	0,54-0,57	1,2; 2; 2,6
4,2-4,7	6	0,5	0,8

Прямая 1, представленная на рисунке 4, описывает зависимость константы скорости коррозии от плотности бетона по данным, полученным А.Ф. Полаком и В.В. Яковлевым расчетным путем [7]. Прямое определение константы коррозионного процесса при выщелачивании требует чрезвычайно большого времени, в связи с чем данная задача решалась методом оценки агрессивности жидких кислых сред по отношению к бетону. На основании использования данного метода были вычислены константы процесса выщелачивания бетона с различным водоцементным фактором. Для бетона с В/Ц=0,4 значение константы  $K$  – 5,5 мм<sup>2</sup>/год, с В/Ц=0,5 значение  $K$  – 7,4 мм<sup>2</sup>/год [7]. Следует отметить, что условия, принятые авторами работы [7] при расчете, весьма жесткие и на практике могут встречаться редко.

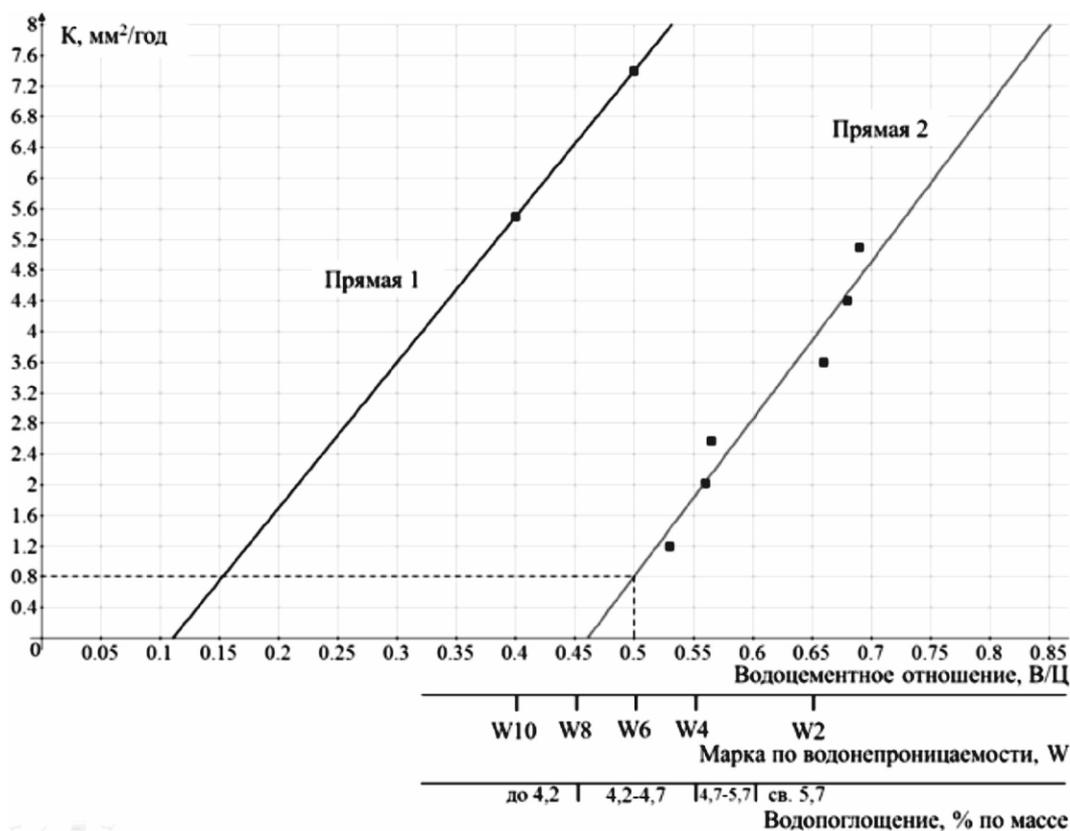


Рис. 4. Зависимость константы скорости коррозии от плотности бетона:  
 прямая 1 – по расчетным данным А.Ф. Полака и В.В. Яковлева [7];  
 прямая 2 – по данным натурных исследований

В реальных условиях скорость растворения будет значительно ниже (рисунок 3, прямая 2, полученная нами по данным натурных исследований) вследствие следующих причин:

– наличие сопутствующего процесса карбонизации бетона вследствие имеющихся в воде растворенных карбонатов. Этот процесс приводит к уплотнению порового пространства бетона и к уменьшению эффективного коэффициента диффузии гидроксида кальция;

– наличие в омывающей бетон воде ионов, снижающих растворимость исходного материала. К ним относятся ионы, входящие в состав растворяющейся цементной связки (в частности, ионы кальция) [7].

На рисунке 5 представлена зависимость глубины нейтрализации бетона колонн  $L$  от срока службы резервуаров для бетона колонн с маркой по водонепроницаемости W2 и W4, полученные на основании натуральных исследований, а также прогнозируемая глубина нейтрализации бетона W6 для различного срока службы резервуаров.

При изготовлении железобетонных конструкций важным параметром с точки зрения долговечности является толщина защитного слоя бетона, и согласно [8], значения действительных отклонений толщины защитного слоя бетона до рабочей арматуры при изготовлении конструкций не должны превышать предельных значений. Таким образом, толщина защитного слоя бетона даже для конструкций, изготовленных с учетом соблюдения всех технологических требований, может быть значительно меньше предусмотренных в [9] значений, т.е. в назначении толщины защитного слоя бетона данный норматив не учитывает возможные минусовые отклонения по толщине защитного слоя при изготовлении конструкций, в результате чего фактическая толщина защитного слоя может быть меньше проектной.

Для железобетонных колонн исследованных резервуаров чистой воды (при линейных размерах поперечного сечения конструкции или ее элемента свыше 300 мм) данное предельное отклонение составляет от -5 до +15 мм и представлено на рисунке 5.

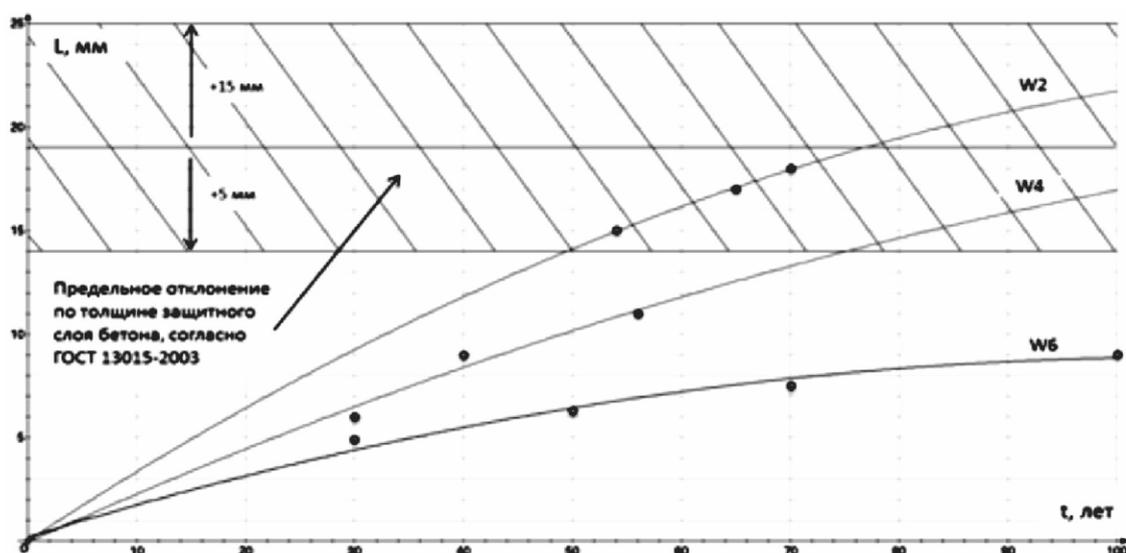


Рис. 5. Зависимость глубины нейтрализации бетона колонн  $L$  от срока службы резервуаров  $T$

Данные рисунка 5 свидетельствуют о том, что для нового строительства при соблюдении требований по минимальной толщине защитного слоя бетона, долговечность железобетонных конструкций, находящихся в подводной части резервуаров чистой воды, будет составлять 70 лет при использовании бетона с маркой по водонепроницаемости W4 и более 100 лет для бетона с W6 без применения мер вторичной защиты бетона.

Для прогнозирования долговечности конструкций обследованных резервуаров, с учетом данных рисунка 5, проведен анализ для двух обследованных резервуаров, имеющих наименьший срок службы – 30 лет и наибольший – 70 лет. Эти данные представлены в таблице 5.

Таблица 5

## Категории технического состояния строительных конструкций резервуаров

	Железобетонные конструкции	Категории технического состояния			
		На момент обследования		Прогноз на 10 лет	
		30 лет	70 лет	30 лет	70 лет
Надводная часть	Плиты	3	2	3	1
	Балки	3	2	3	1
	Стены	3	2	3	2
	Колонны	3	2	3	2
Подводная часть	Стены	3	2	3	2
	Днище	3	2	3	2
	Колонны	3	2	3	1

Данные представленные в таблице 5, свидетельствуют о том, что через десятилетний срок эксплуатации техническое состояние строительных конструкций резервуара со сроком службы 70 лет значительно ухудшится, причем это касается не только надводных, но и подводных конструкций, что необходимо учитывать при оценке возможности дальнейшей эксплуатации резервуара.

## Список литературы

1. О единых нормах амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов народного хозяйства СССР. Резервуары чистой воды. – Постановление СМ СССР № 1072 от 22.10.90 г.
2. ГОСТ 31384-2008. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. – М.: Стандартинформ, 2010. – 44 с.
3. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2010. – 58 с.
4. Васильев А.И. Оценка коррозионного износа рабочей арматуры в балках пролетных строений автодорожных мостов // Бетон и железобетон, 2000, № 2. – С. 20-23.
5. Andrade K. and oth. Cover Cracking and Amount of Rebar Corrosion // Concrete repair, Rehabilitation and Corrosion. London, 1996. – P. 263-273.
6. Анваров Б.Р., Анваров А.Р., Латыпов В.М. Механизм коррозии железобетонных конструкций резервуаров чистой воды в подводной и надводной частях // Статьи и тезисы «III Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Водоснабжение, водоотведение и системы окружающей среды». – Уфа: УГНТУ, 2012. – С. 269-271.
7. Полак А.Ф., Яковлев В.В. Кинетика коррозии бетона в агрессивных средах // Строительные конструкции и материалы. Защита от коррозии. – Уфа: НИИПромстрой, 1980. – С. 112-119.
8. ГОСТ 13015-2003. Изделия железобетонные и бетонные для строительства. – 24 с.
9. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. – М., 2012. – 76 с.

Anvarov B.R. – engineer

E-mail: anvarov@mail.ru

Latypov V.M. – doctor of technical sciences, professor

Latypova T.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: stexpert@mail.ru

Anvarov A.R. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: anvarov@yandex.ru

Ufa State Petroleum Technological University

The organization address: 450080, Russia, Ufa, Mendeleev str., 195

## Durability of reinforced concrete in water supply systems

### Resume

Classification of existing types of pure tanks, results of inspection of their technical condition is presented in article. The main part of designs of these constructions is traditionally carried out in monolithic, precast or combined and monolithic concrete. By results of inspection it is established that in all tanks there are defects and damages, however all of them are maintainable.

According to the X-ray phase analysis the structure of products of corrosion of steel in underwater and surface designs significantly differs. Let's note that distinctions in phase structure of products of corrosion are caused first of all by restriction of access of oxygen to underwater designs.

Depth of carbonization of surface designs and depth of neutralization of underwater designs are comparable in size. It allows to draw a conclusion that it is necessary to consider danger of corrosion wear of underwater designs, despite the lack of external signs of damage of designs, when studying kinetics of corrosion process.

Values of average speed of corrosion of the first type of ferroconcrete designs of tanks depending on the concrete density on the basis of what the forecast of durability of designs, both being operated tanks, and again erected is carried out are defined.

**Keywords:** durability of reinforced concrete, pure tanks, corrosion of the first look, concrete carbonization, products of corrosion of fittings.

### References

1. About uniform norms of depreciation charges on a complete recovery of fixed assets of a national economy of the USSR. Pure tanks. – Resolution № 1072 SM USSR of 22.10.90.
2. GOST 31384-2008. Protection of concrete and ferroconcrete designs against corrosion. – M: Standartinform, 2010. – 44 p.
3. GOST P 53778-2010. Buildings and constructions. I governed inspection and monitoring of a technical condition. – M.: Standartinform, 2010. – 58 p.
4. Vasilyev A.I. Assessment of corrosion wear of working fittings in beams of flying structures of road bridges // Concrete and reinforced concrete, 2000, № 2. – P. 20-23.
5. Andrade K. and oth. Cover Cracking and Amount of Rebar Corrosion // Concrete repair, Rehabilitation and Corrosion. – London, 1996. – P. 263-273.
6. Anvarov B.R., Anvarov A.R., Latypov V.M. The mechanism of corrosion of ferroconcrete designs of pure tanks in underwater and surface parts // Articles and theses «the III International scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists. Water supply, water disposal and environment systems». – Ufa: UGNTU, 2012. – P. 269-271.
7. Polak A.F., Yakovlev V.V. Kinetics of corrosion of concrete in hostile environment // Construction designs and materials. Protection against corrosion. – Ufa: Niipromstroy, 1980. – P. 112-119.
8. GOST 13015-2003. Products ferroconcrete and concrete for construction. – 24 p.
9. SP 28.13330.2012. Protection of construction designs against corrosion. – M., 2012. – 76 p.

УДК 666.972.16

Бадертдинов И.Р. – аспирант  
E-mail: ilnar.badertdinov@gmail.com

Хузин А.Ф. – аспирант  
E-mail: airat-khuzin2010@yandex.ru

Габидуллин М.Г. – доктор технических наук, профессор  
E-mail: gabmah@mail.ru

Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор  
E-mail: halima@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет  
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Исследование влияния добавки КДУ-1, модифицированной углеродными нанотрубками, на физико-механические характеристики высокопрочного фибробетона

#### Аннотация

Разработаны оптимальные составы экономичного бетона и фибробетона класса В45 при расходе цемента не более 360-380 кг/м<sup>3</sup> при сохранении водонепроницаемости более W10 и морозостойкости более F300 на базе ЖБИ «Казметрострой». Применительно к новым составам разработана технология получения ранней распалубочной прочности железобетонных изделий (более 15 МПа) в течение не более 8 часов при сохранении проектных показателей прочности бетона. Оценена эффективность влияния добавок для бетона и фибробетона, производимых ООО «Ресурс+» и модифицированных углеродными нанотрубками (УНТ) на кинетику набора прочности высокопрочного бетона.

**Ключевые слова:** фибробетон, сталефибробетон, стеклофибробетон, сталестеклофибробетон, углеродные нанотрубки, многоуровневое армирование, стальная фибра, стеклянная фибра.

#### Введение

Применение дисперсноармированных материалов, в частности сталефибробетона и стеклофибробетона, является одним из перспективных направлений развития строительного производства. Исследования этого материала проводятся во всем мире [1, 2]. Особый интерес представляет сталефибробетон на основе сверхвысокопрочного порошкового бетона-матрицы [3-5]. Известно, что добавление стальной фибры улучшает физико-механические характеристики бетона, такие как прочность на сжатие и особенно прочность на растяжение, повышает пластичность, трещиностойкость, ударную вязкость [6, 7]. Большое значение для понимания работы материала и применения его на практике имеет изучение реологических характеристик сталестеклофибробетона.

Область использования бетона: железобетонные (фибробетонные) блоки обделки перегонных тоннелей Казанского метрополитена, получаемые из высокопрочного (В45) и водонепроницаемого (W>10) бетона.

#### Материалы, использованные в исследованиях

В испытаниях были использованы материалы бетонной смеси, заложенные в патенте [8] на состав бетона и которые используются для производства железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей Казанского метрополитена на заводе ЖБИ «Казметрострой».

При обосновании выбора исходных материалов для разработки состава высококачественного бетона (ВКБ), обладающего высокими показателями по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости, в качестве основного регламентирующего документа использовали ТУ-5865-001-00043920-96 [9].

За основу в качестве бетона-матрицы был выбран разработанный оптимальный состав бетона. Основные характеристики использованных материалов приведены ниже.

**Вяжущее:** в исследованиях применялись цементы 3 заводов-производителей, которые используются на заводе ЖБИ «Казметрострой»:

- портландцемент марки ПЦ 500-ДО-Н ГОСТ 10178-85 ОАО «Вольскцемент», Саратовская обл., г. Вольск;
- портландцемент марки ПЦ 500-ДО-Б ГОСТ 10178-85 ОАО «Мордовцемент», Республика Мордовия, пгт. Комсомольский;
- портландцемент марки ПЦ 500-ДО-Н ГОСТ 10178-85 ЗАО «Осколцемент».

**Крупный заполнитель:** применяли щебень фракции 5-20 мм марки по прочности (дробимости) «1200» из плотных габбро-диоритовых горных пород для строительных работ по ГОСТ 8267-93 (Челябинская область, Саткинский р-н, р.п. Бердяуш).

**Мелкий заполнитель:** использовали песок, обогащенный, средний с модулем крупности 2,5 по ГОСТ 8736-93. (ПО «Нерудматериалы», г. Казань).

**Добавка:** в исследованиях использовались три вида модификаторов:

- суперпластификатор «Полипласт СП-1» по ТУ 5870-005-58042865-05 для контрольных составов;
- комплексная добавка «ЖДУ-1» по ТУ 5745-002-89182778-2012, ускоряющая твердение бетона и строительного раствора;
- углеродные нанотрубки «Graphistrength С 100» производства фирмы «Аркема» (Франция). Углеродные нанотрубки вводились в состав бетонной смеси в количестве 0,0005 % от расхода цемента.

Внешний вид фибры представлен на рис. 1.

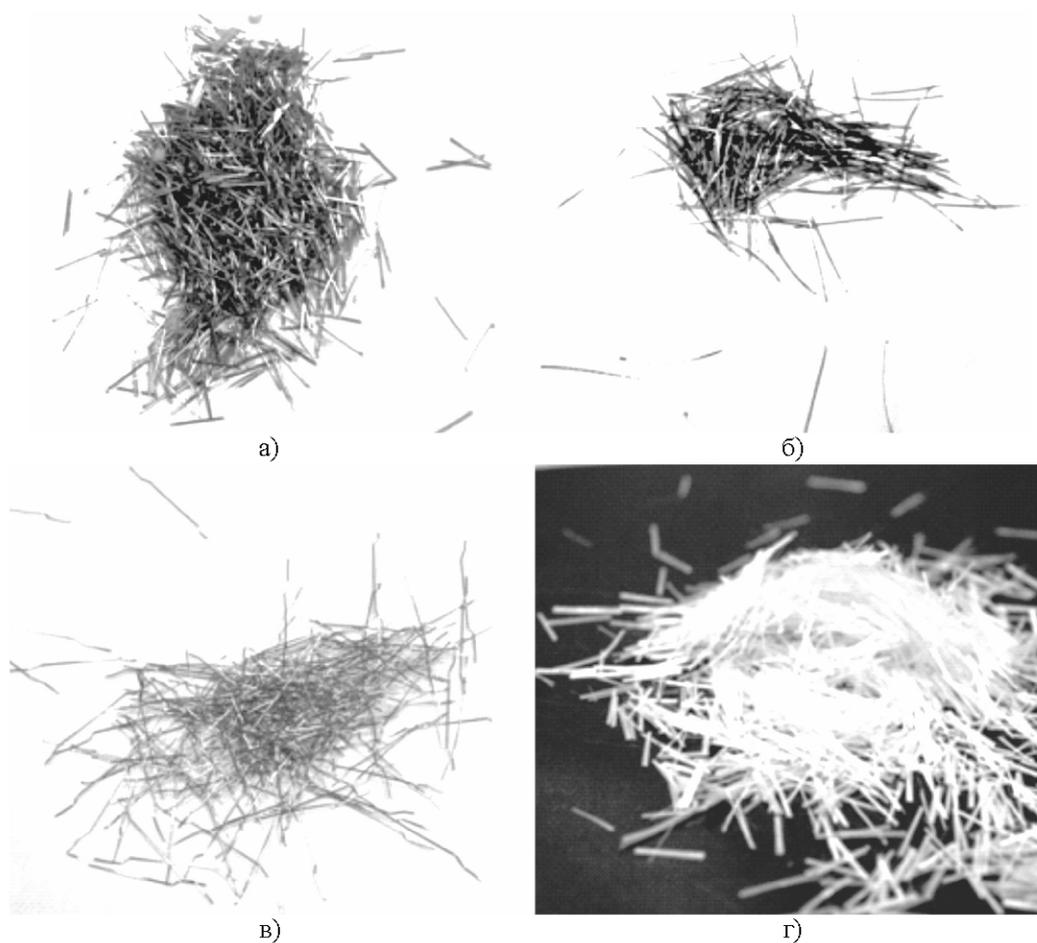


Рис. 1. Виды фибры, использованные в испытаниях:

- а) стальная фибра латунированная – мелкая – прямая  $d$  0,2 мм, длина 1 см;
- б) стальная фибра латунированная – средняя – прямая  $d$  0,2 мм, длина 2 см;
- в) стальная фибра латунированная – анкерная  $d$  0,2 мм, длина 4 см;
- г) стеклянная фибра  $d$  элементарной нити – 10-15 мкм, длина 1 см

**Фибра:** в исследованиях использовались четыре вида фибры:

- стальная фибра латунированная – мелкая – прямая  $d$  0,2 мм, длина 1 см;
- стальная фибра латунированная – средняя – прямая  $d$  0,2 мм, длина 2 см;
- стальная фибра латунированная – анкерная  $d$  0,2 мм, длина 4 см;

- стеклянная фибра (производство Китай) – бобина массой 18 кг (вид намотки – ровинг, в виде цилиндрической бухты без патронов, в котором внутренний конец скреплен с наружным). Жгут состоит из нескольких комплексных нитей, собранных из определенного количества (200-400 штук) элементарных нитей, склеенных на прямом замазливателе. Диаметр элементарной нити – 10-15 мкм. Свойства: сопротивление растяжению – 1,1-1,4 ГПа, модуль Юнга – 70-74 ГПа, растяжение на разрыв – 60 кгс, температура плавления – 830 °С, истинная плотность – 2700 кг/м<sup>3</sup>, средняя плотность – 1700-2250 кг/м<sup>3</sup>, влажность – менее 0,2 %. В лаборатории кафедры строительных материалов КазГАСУ были проведены длительные исследования по выбору вида стеклянной фибры и определению оптимальной длины фибры [10-13]. Для этого она была предварительно нарезана из бухты с помощью пистолета-ножа на волокна различной длины: 0,5; 1,0; 2,0 и 3 см. Результаты исследований позволили установить оптимальную длину фибры для разработанных составов сталестеклофибробетона класса В45, равную 1 и 2 см, которая и применялась в дальнейших исследованиях.

На базе лаборатории кафедры строительных материалов КазГАСУ предварительно была разработана технология [14, 15] приготовления наносуспензии на основе УНТ различных отечественных и зарубежных производителей и установлены составы в цементном камне и высокопрочном бетоне, обеспечивающие получение высоких физико-механических свойств бетонов. Впервые многочисленными экспериментами доказана эффективность введения УНТ для достижения высокой прочности цементного камня и бетона, особенно в ранние (через 8 часов) сроки твердения. Эти результаты были подтверждены и опытно-промышленными испытаниями на базе ЖБИ «Казметрострой».

На базе завода «РЕСУРС+» были проведены предварительные исследования эффективности влияния комплексной добавки КДУ-1, модифицированного УНТ на кинетику набора прочности бетона. Результаты, приведенные в таблице 1, показывают, что через 8 часов «мягкого» режима тепловлажностной обработки прочность бетона, модифицированного углеродными нанотрубками, на 87 % выше контрольного состава, а марочная прочность – выше на 38 %. Анализ результатов позволяет сделать вывод о том, что введение микродоз углеродных нанотрубок способствует значительному ускорению набора прочности бетонной смеси, особенно в ранние сроки твердения.

Таблица 1

Кинетика набора прочности бетона

№	Цемент, кг	Песок обогащенный, кг	Щебень, кг	Добавка КДУ-1, %	«Graphistrength» С100, %	Вода, л	Прочность образцов, МПа			
							8 час.	3 сут.	7 сут.	28 сут.
1	355	865	1120	1,6	-	130	15,1	29,2	33,3	49,7
2	355	865	1120	1,6	0,0005	130	28,2	54,4	59,7	68,4

На базе лаборатории завода ЖБИ «Казметрострой» были проведены исследования эффективности применения комплексной добавки КДУ-1, модифицированной углеродными нанотрубками, на кинетику набора прочности бетона класса В45 в соответствии с ГОСТ 10180-90. Исследовались составы с расходом цемента 490 и 355 кг/м<sup>3</sup>. Цель исследования – доказать возможность значительного снижения портландцемента, за счет введения комплексной добавки КДУ-1, модифицированного УНТ, при сохранении эксплуатационных свойств бетона класса В45, для блоков обделки метро.

Бетонную смесь готовили в лабораторной мешалке принудительного действия; технология приготовления смеси:

- дозирование в мешалку щебня, песка и цемента с последующим перемешиванием в сухом виде в течение 0,5 минут;
- добавление в мешалку воды с добавкой (СП-1 или КДУ-1, модифицированной УНТ) и перемешивание смеси в течение 2-2,5 минут;

- равномерное добавление во вращающуюся мешалку стальной и/или стеклянной фибры и окончательное перемешивание смеси в течение одной минуты.

После приготовления бетонную смесь выгружали в противень, определяли подвижность смеси и затем формовали на стандартной лабораторной виброплощадке контрольные образцы.

#### Результаты исследований и технология приготовления

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 10180-90. Для испытания на изгиб были изготовлены по 2 стандартных образца-балки каждого состава с размерами сторон 10x10x40 см. Все образцы испытаны в возрасте 28 суток твердения.

Результаты испытания прочности бетона на сжатие в возрасте 8 часов, 1,5; 3; 7 и 28 суток, а также прочность на изгиб в возрасте 28 суток приведены в таблицах 2-3. Добавка КДУ-1 на замес использовалась в количестве 1,6 % от массы цемента; СП-1 в количестве 9 л при расходе цемента 490 кг/м<sup>3</sup>; СП-1 в количестве 6,4 л при расходе цемента 355 кг/м<sup>3</sup>, а УНТ – 0,0005 % от массы цемента.

Результаты испытания прочности бетона на сжатие в возрасте 8 часов, 1,5; 3; 7 и 28 суток, а также прочность на изгиб в возрасте 28 суток составов с добавкой КДУ-1, модифицированной углеродными нанотрубками, представлены на рис. 2-5.

Таблица 2

#### Составы высокопрочного бетона

№ кривой	Вид добавки	Цемент, кг	Щебень, кг	Песок об., кг	Вода, л	Фибра лаг. стал. d 0,2 мм L=1 см, кг	Фибра лаг. стал. d 0,2 мм L=2 см, кг	Фибра лаг. стал. d 0,2 мм L=3 см, кг	Фибра стек., кг
Портландцемент 500 Д0 ЗАО «Осколцемент» (расход 490 кг/м <sup>3</sup> )									
1	СП-1	490	1200	685	160	-	-	-	-
2	КДУ-1	490	1200	685	140	-	-	-	-
Портландцемент 500 Д0 ЗАО «Осколцемент» (расход 355 кг/м <sup>3</sup> )									
3	СП-1	355	1190	795	160	-	-	-	-
4	КДУ-1	355	1190	795	135	-	-	-	-
5		355	1190	795	135	-	24	24	-
Портландцемент 500 Д0 «Вольскцемент» (расход 490 кг/м <sup>3</sup> )									
6	СП-1	490	1200	685	157	-	-	-	-
7	КДУ-1	490	1200	685	147	-	-	-	-
8		490	1200	685	147	-	24	24	2,45
9		490	1200	685	147	-	24	24	-
Портландцемент 500 Д0 «Вольскцемент» (расход 355 кг/м <sup>3</sup> )									
10	СП-1	355	1190	795	154	-	-	-	-
11	КДУ-1	355	1190	795	125	-	-	-	-
Портландцемент 500 Д0-Б «Мордовцемент» (расход 490 кг/м <sup>3</sup> )									
12	СП-1	490	1200	685	157	-	-	-	-
13	КДУ-1	490	1200	685	125	-	-	-	-
14		490	1200	685	125	48	-	24	-
15		490	1200	685	125	-	48	24	-
16		490	1200	685	125	24	24	24	-
17		490	1200	685	125	-	-	60	-
Портландцемент 500 Д0-Б «Мордовцемент» (расход 355 кг/м <sup>3</sup> )									
18	СП-1	355	1190	795	150	-	-	-	-
19	КДУ-1	355	1190	795	115	-	-	-	-

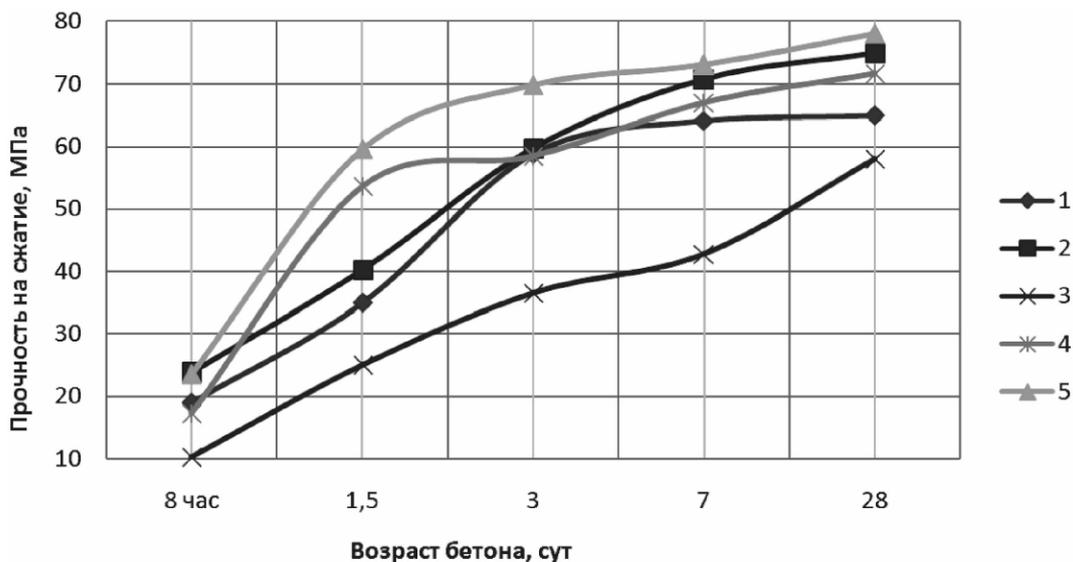


Рис. 2. Кинетика прочности бетона на сжатие на «Осколцементе» в зависимости от количества цемента, вида добавки и фибры (номер кривой соответствует номеру в табл. 1)

На рис. 2 представлены кинетика прочности на сжатии ВКБ на «Осколцементе» в зависимости от количества цемента, вида добавки и фибры. Видно, что:

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, повышает прочность бетона на сжатие в возрасте 8 часов на 26 %, а 28 суток на 20 %, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента 490 кг/м<sup>3</sup>;

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, повышает прочность бетона на сжатие в возрасте 28 суток на 21 %, при расходе цемента 355 кг/м<sup>3</sup>, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента 490 кг/м<sup>3</sup>;

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, стальной латунированной средней и анкерной фиброй в количестве по 24 кг/м<sup>3</sup>, повышает прочность на сжатие сталефибробетона в возрасте 28 суток на 23 %, при расходе цемента 355 кг/м<sup>3</sup>, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента 490 кг/м<sup>3</sup>.

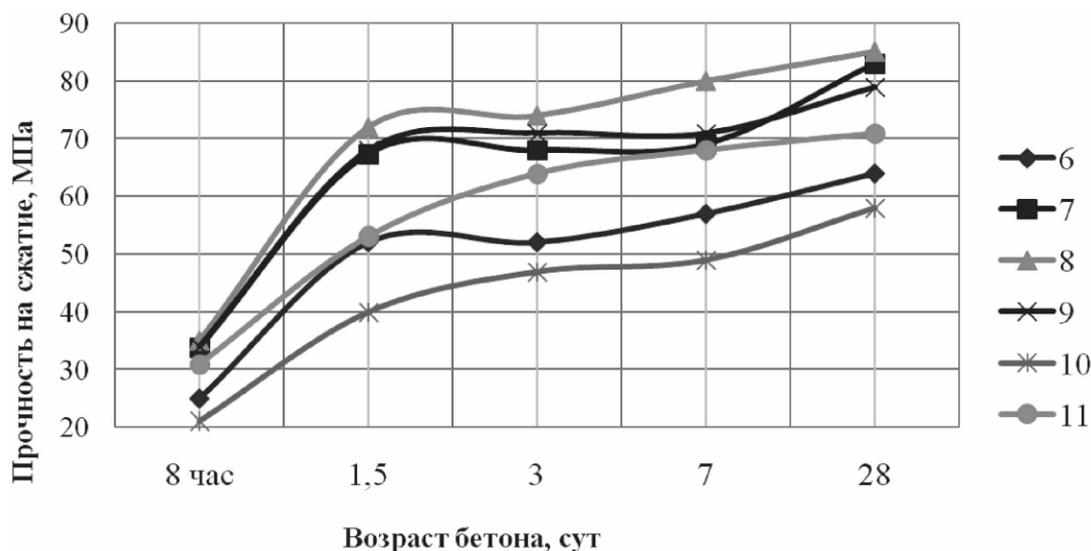


Рис. 3. Кинетика прочности бетона на сжатие на «Вольскцементе» в зависимости от количества цемента, вида добавки и фибры (номер кривой соответствует номеру в табл. 1)

На рис. 3 представлены кинетические кривые прочности на сжатие ВКБ на «Вольскцементе» в зависимости от его количества, вида добавки и фибры. Видно, что:

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, повышает прочность бетона на сжатие в возрасте 8 часов на 41 %, а 28 суток на 30 %, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ ;

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, повышает прочность бетона на сжатие в возрасте 28 суток на 11 %, при расходе цемента  $355 \text{ кг/м}^3$ , по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ ;

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, стальной латунированной средней и анкерной фиброй в количестве по  $24 \text{ кг/м}^3$ , повышает прочность на сжатие сталефибробетона в возрасте 28 суток на 33 %, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ ;

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, стальной латунированной средней и анкерной фиброй по  $24 \text{ кг/м}^3$  и стеклянной фиброй, повышает прочность на сжатие сталестеклофибробетона в возрасте 28 суток на 35 %, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ .

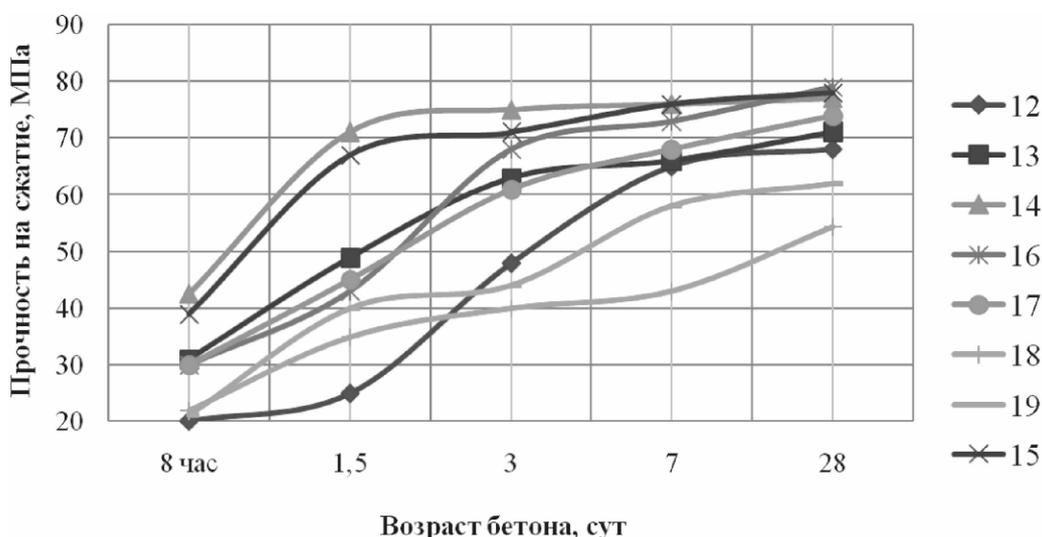


Рис. 4. Кинетика прочности бетона на сжатие на «Мордовцементе» в зависимости от количества цемента, вида добавки и фибры (номер кривой соответствует номеру в табл. 1)

На рис. 4 представлена кинетика прочности на сжатие ВКБ на «Мордовцементе» в зависимости от количества цемента, вида добавки и фибры. Видно, что:

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, повышает прочность бетона на сжатие в возрасте 8 часов на 40 %, а 28 суток на 25 %, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ ;

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ и стальной латунированной мелкой и анкерной фиброй в количестве 48 и  $24 \text{ кг/м}^3$  соответственно, повышает прочность на сжатие сталефибробетона в возрасте 28 суток на 10 %, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ ;

- введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ и стальной латунированной средней и анкерной фиброй в количестве 48 и  $24 \text{ кг/м}^3$  соответственно, повышает прочность на сжатие сталефибробетона в возрасте 28 суток на 13 %, по сравнению с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ .

На основе полученных результатов было установлено, что добавка КДУ-1, унифицированной УНТ и фиброй, на «Вольскцементе» максимально увеличивает прочность на сжатие бетона и фибробетона в начальные сроки схватывания, а также в возрасте 28 суток. В связи с вышеизложенным были проведены испытания на растяжение при изгибе на «Вольскцементе». Результаты представлены на рис. 5.

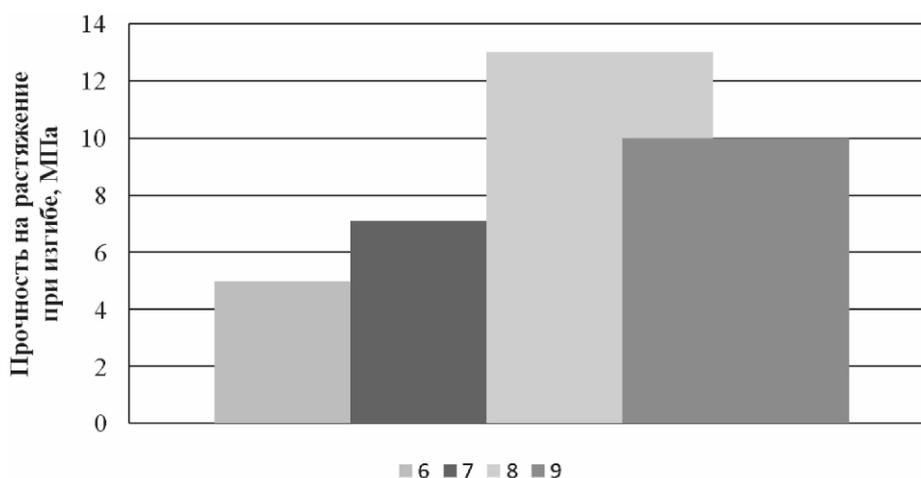


Рис. 5. Кинетика нарастания прочности бетона на растяжение при изгибе на «Вольскцементе» в зависимости от количества цемента, вида добавки и фибры (номер кривой соответствует номеру в табл. 1)

Как видно из рис. 5, введение добавки КДУ-1, модифицированной УНТ, повышает прочность бетона на растяжение при изгибе в возрасте 28 суток на 40 %, по сравнению с бетоном с добавкой СП-1, при расходе цемента  $490 \text{ кг/м}^3$ , для состава со стальной латунированной средней и анкерной фиброй в количестве  $24 \text{ кг/м}^3$ , увеличивает прочность на сжатие сталефибробетона на 100 %. В случае дополнительного введения в модифицированный сталефибробетон стеклянной фибры превышение прочности на растяжение при изгибе достигает 160 % по сравнению с составом на СП-1.

Представленные составы были испытаны на водонепроницаемость и морозостойкость, полученные значения превышают W 10 и F 300 соответственно.

### Заключение

Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Установлено, что добавка КДУ-1, модифицированной УНТ и фиброй, на «Вольскцементе» максимально увеличивает прочность на сжатие бетона и фибробетона в начальные сроки твердения до 40 %, а также в возрасте 28 суток до 25 %.
2. При снижении расхода цемента с  $490 \text{ кг/м}^3$  до  $355 \text{ кг/м}^3$ , с добавкой КДУ-1, модифицированной углеродными нанотрубками, прочность бетона выше на 13 %, чем с добавкой СП-1.
3. Введение стальной и стеклянной фибры увеличивает прочность на растяжение при изгибе сталефибробетона до 100 %, сталестеклофибробетона до 160 %.
4. Добавка КДУ-1, модифицированной УНТ, повышает физико-механические характеристики фибробетона, что снижает расход цемента до 40 %.

### Список литературы

1. Beddar M. Fiber reinforced concrete: past, present and future // Научн. труды 2-й Всероссийской (междунар.) конф. по бетону и железобетону, Т. 3. – М., 2005. – С. 228-234.
2. Горб А.М., Войлоков И.А. Фибробетон – история вопроса, нормативная база, проблемы и решения // ALITInform международное аналитическое обозрение, 2009, № 2. – С. 34-43.
3. Schmidt M., Fehling E. Ultra-high-performance concrete: research, development and application in Europe // ACI Special publication, v. 228, 2005. – P. 51-78.
4. Almansour H., Lounus Z. Structural performance of precast prestressed bridge girders built with ultra high performance concrete // Institute for Research in construction, 2008-

- 03-07, The Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete, March 05-07, Kassel, Germany. – P. 822-830.
5. Arafa M., Shihada S., Karmout M. Mechanical properties of ultra high performance concrete produced in the Gaza Strip // *Asian Journal of Materials Science* 2 (1), 2010. – P. 1-12.
  6. Пухаренко Ю.В., Голубев В.Ю. Высокопрочный сталефибробетон // *Промышленное и гражданское строительство*, 2007, № 9. – С. 40-41.
  7. Мишина А.В., Андрианов А.А. Работа высокопрочного сталефибробетона при кратковременном нагружении // *Фундаментальные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2011 г.: научные труды РААСН: в 2-х т., Т. 2.* – М.: МГСУ, 2012. – С. 76-78.
  8. Патент № 2210552 от 16.04.2001 г. по заявке № 2001111538. Приоритет от 16.04.2001 Бетонная смесь // Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Смирнов Д.С., Клементьев Г.А., Рахимов М.М., Хакимов Ф.С., Низембаев А.Ш., Давлетбаева Ф.И. Патентообладатель Габидуллин М.Г.
  9. ТУ 5865-001-00043920-96. Изделия сборные железобетонные для сооружений метрополитена. – М.: Корпорация «Трансстрой», МОО «Тоннельная ассоциация», 1996. – 28 с.
  10. Бадертдинов И.Р., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Сабитов Л.С. Сталефибробетон на основе Челябинской фибры // *Достижения и проблемы строительного материаловедения и модернизации строительной индустрии: Материалы XV Академических чтений РААСН – Международная НТК.* – Казань: КазГАСУ, 2010. – С. 285-287.
  11. Багманов Р.Т., Шангараев А.Я., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. Исследование свойств стеклофибробетона с учетом влияния характеристик стеклофибры // *Достижения и проблемы строительного материаловедения и модернизации строительной индустрии: Материалы XV Академических чтений РААСН. Международная НТК.* – Казань: КазГАСУ, 2010. – С. 280-284.
  12. Габидуллин М.Г., Багманов Р.Т., Шангараев А.Я. Исследование влияния характеристик стеклофибры на физико-механические свойства стеклофибробетона // *Известия КГАСУ*, 2010, № 1 (13). – С. 268-273.
  13. Бадертдинов И.Р., Габидуллин М.Г. Лабораторно-технологическая апробация возможности регулирования прочности мелкозернисто бетона введением стальной фибры. // *Материалы V Всероссийской конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика повышения эффективности строительных материалов».* – Пенза, 2010. – С.17-21.
  14. Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Хузин А.Ф., Сулейманов Н.М., Хантимиров С.А., Габидуллин Б.М., Рахимов, М.М., Низембаев А.Ш. // *Сборник трудов IV Международной конференции «Нанотехнологии для экологичного и долговечного строительства».* – Изд-во ИжГТУ, 2012.
  15. Габидуллин М.Г., Хузин А.Ф., Сулейманов Н.М., Тогулев П.Н. Влияние добавки наномодификатора на основе углеродных нанотрубок на прочность цементного камня // *Известия КГАСУ*, 2011, № 2 (16). – С. 185-189.

**Badertdinov I.R.** – post-graduate student

E-mail: [ilnar.badertdinov@gmail.com](mailto:ilnar.badertdinov@gmail.com)

**Khuzin A.F.** – post-graduate student

E-mail: [airat-khuzin2010@yandex.ru](mailto:airat-khuzin2010@yandex.ru)

**Gabidullin M.G.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: [gabmah@mail.ru](mailto:gabmah@mail.ru)

**Rakhimov R.Z.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: [halima@kgasu.ru](mailto:halima@kgasu.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

## Research of influence of an additive of KDU-1 modified by carbon nanotubes, on physicomechanical characteristics of high-strength fiberconcrete

### Resume

This work is dedicated to the analysis of influence of an additive of KDU-1 modified by carbon nanotubes, quantity and fiber type on the physicomechanical properties of concrete, steel-fiber-concrete, glass-fiberconcrete and steel-glass-fiberconcrete. To ensure closest relation of test results to real conditions, Kazmetrostroy concrete goods plant management and laboratory staff worked in a close correlation. The ingredients used in a concrete mixture were identical to those used for production of ferroconcrete blocks of distillation tunnels of the Kazan subway.

To determine deformative properties of fiberconcrete standard samples were made. Graphs of change of durability of concrete on compression and a bend were drawn on the basis of test results. Given research proves that two-level reinforcement of a matrix by a glass and steel fiber allows longer time operability of concrete at increased bending force and increases crack resistance. Applying developed additive (KDU-1 modified by carbon nanotubes) makes possible reduction of a cement consumption from 490 kg/m<sup>3</sup> to 355 kg/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** fiber, Steel-Fiber-Reinforced-Concrete, Fiberglass Reinforced Concrete, layered reinforcement, carbon nanotubes, steel fiber, glass fiber.

### References

1. Beddar M. Fiber reinforced concrete: past, present and future // Scientific works of the 2nd All-Russian (International) Conference on concrete and reinforced concrete. – M., 2005, T. 3. – P. 228-234.
2. Gorb A.M., Voylov I.A. Fiber concrete – background, regulations, problems and solutions // ALITInform international analytical review, 2009, Number 2. – P. 34-43.
3. Schmidt M., Fehling E. Ultra-high-performance concrete: research, development and application in Europe // ACI Special publication, v. 228, 2005. – P. 51-78.
4. Almansour H., Lounus Z. Structural performance of precast prestressed bridge girders bolt with ultra high performance concrete // Institute for Research in construction, 2008-03-07, The Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete, March 05-07, Kassel, Germany. – P. 822-830.
5. Arafa M., Shihada S., Karmout M. Mechanical properties of ultra high performance concrete produced in the Gaza Strip // Asian Journal of Materials Science 2 (1), 2010. – P. 1-12.
6. Puharenko Y.V., Golubev V.Y. Ductile steel fiber concrete // Industrial and civil construction, 2007, Number 9. – P. 40-41.
7. Mishin, A.V., Andrianov A.A. Work for short high steel fiber concrete uploading // Basic research RAASN on scientific support in architecture, urban planning and construction industry of the Russian Federation in 2011: research papers RAASN. – M.: MGSU, 2012, T. 2. – P. 76-78.
8. Patent number 2210552 on 16.04.2001, on the application № 2001111538. Priority from 04.16.2001 concrete. // Rakhimov R.Z., Gabidullin M.G., Smirnov D.S., Clement G.A., Rakhimov M.M., Khakimov F.S., Nizembaev A.S., Davletbaeva F.I. Patentee Gabidullin M.G.
9. TU 5865-001-00043920-96. Precast concrete products for the construction of underground. – M. Corporation «Transstroy» IPO «Tunnel Association», 1996. – 28 p.
10. Badertdinov I.R., Gabidullin M.G., Rakhimov R.Z., Sabitov L.S. Steelfiber concrete based Chelyabinsk fiber // Achievements and challenges of building materials and modernization of the construction industry: Articles XV Academic readings RAASN. International STC. – Kazan: KGASU, 2010. – P. 285-287.
11. Bagmanov R.T., Shangaraev A.J., Gabidullin M.G., Rakhimov R.Z. Investigation of the properties with the glass-performance effects steel fiber // Achievements and challenges of building materials and construction industry modernization: Articles XV Academic readings RAASN. International STC. – Kazan: KGASU, 2010. – P. 280-284.

12. Gabidullin M.G., Bagmanov R.T., Shangaraev A.J. Investigation of the influence of characteristics steel fiber on physical and mechanical properties of glass-fiber // Proceedings of the Kazan State Architectural University, 2010, № 1 (13). – P. 268-273.
13. Badertdinov I.R., Gabidullin M.G. Laboratory testing capabilities and technological strength of a fine-grained management of the introduction of steel fiber concrete. // Proceedings of the V All-Russian Conference of Students and Young Scientists «Theory and practice more effective materials». – Penza, 2010. – P. 17-21.
14. Gabidullin M.G., Rakhimov R.Z., Khuzin A.F., Suleimanov N.M., Hantimirov S.A., Gabidullin B.M., Rakhimov, M.M., Nizembaev A.S. // Proceedings of the IV International Conference «Nanotechnology for sustainable and durable construction». IzhSTU Publishing, 2012.
15. Gabidullin M.G., Khuzin A.F., Suleimanov N.M., Togulev P.N. The influence of additives nanomodifiers based on carbon nanotubes for strength cement // «News» KGASU, 2011, № 2 (16). – P.185-189.

УДК 691.175

Солдатов Д.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: dimsol@kgasu.ru

Абдрахманова Л.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: laa@kgasu.ru

Старовойтова И.А. – кандидат технических наук

E-mail: irina-starovoitova@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Модификация гибридных связующих для получения теплоизоляционных и конструкционных материалов

#### Аннотация

В работе приведены результаты исследований свойств гибридных связующих на основе полиизоцианата и водного раствора силиката натрия. Изучено влияние различных модифицирующих добавок (реакционноспособные олигомеры, ПАВ, наномодификаторы). В качестве перспективных направлений практического использования обозначены теплоизоляционные материалы, армированные пластики, клеи, герметики и покрытия. Даны рекомендации по рецептурно-технологическим параметрам изготовления теплоизоляционных и конструкционных материалов на гибридных связующих.

**Ключевые слова:** гибридное связующее, полимерные композиционные материалы, теплоизоляционные материалы, армированные пластики, модификация.

Перспективным направлением улучшения технологических, физико-механических, теплофизических и других свойств композиционных материалов строительного назначения является разработка и применение комплексных вяжущих, среди которых особый интерес представляют органо-неорганические композиции. Представителями таких композиций являются гибридные органо-неорганические связующие, которые позволяют получать композиционные материалы, обладающие свойствами, присущими как органическим полимерам, так и неорганическим материалам.

При использовании в качестве неорганического компонента водных растворов силикатов щелочных металлов в композициях содержится значительное количество воды. В связи с этим в качестве модификаторов силикатных композиций можно рассматривать изоцианатсодержащие соединения (ИСС), обладающие высокой реакционной способностью по отношению к воде. С точки зрения структурообразования композиции на основе изоцианатов и водных растворов силикатов щелочных металлов изучались достаточно подробно в Институте химии высокомолекулярных соединений Национальной академии наук Украины [1, 2]. В системах на основе жидких стёкол и изоцианатов протекает целый ряд химических реакций, в результате которых композиции содержат: дизамещённые мочевины, уретаноподобные продукты, изоцианураты, амины, поликремниевую кислоту и натриевые соли угольной и органических кислот.

Анализ литературных источников в области получения и исследования композиций на основе жидких стёкол и изоцианатов позволяет сделать следующие выводы: в качестве неорганического компонента обычно используются низкомолекулярные растворы силикатов натрия, отверждение систем протекает в течение длительного периода времени (около 1 мес), а в полученных материалах содержится значительное количество свободных изоцианатных групп. Практическое использование гибридных связующих на основе изоцианатов и водных растворов силикатов щелочных металлов ограничивается клеевыми составами, лакокрасочными материалами, стабилизаторами неустойчивых грунтов при подземных строительных работах, хотя перспективных направлений использования значительно больше.

Проведённые нами исследования [3, 4] показали, что в зависимости от рецептурно-технологических факторов приготовления гибридных связующих характеристики

отверждённых связующих изменяются в широком диапазоне: плотность изменяется от 0,1-0,6 г/см<sup>3</sup> (в случае использования низкомолекулярных жидких стёкол и катализаторов отверждения – третичных аминов, ответственных за ускорение реакции между полиизоцианатом и водой, приводящей к вспениванию композиции) до 1,0-1,3 г/см<sup>3</sup> (третичные амины в составе отсутствуют); прочность при сжатии варьируется в диапазоне от 2-8 МПа до 40-100 МПа; теплостойкость по Вика составляет 190-270 °С (теплостойкость по Вика определялась только для плотных связующих, характеризующихся малой микропористостью). Следует отметить, что наибольшей прочностью и теплостойкостью характеризуются связующие на основе высокомолекулярных жидких стёкол (полисиликатов). При этом технологические характеристики (вязкость, время гелеобразования и время отверждения) также изменяются в широком диапазоне и могут быть адаптированы под различные технологии изготовления строительных композитов. В связи с этим можно сделать вывод, что в настоящее время в строительном материаловедении высокий технический потенциал гибридных связующих на основе ИСС и водорастворимых силикатов (как основы теплоизоляционных, конструкционных и др. материалов) ещё не полностью реализован. На наш взгляд, перспективными направлениями практического использования таких гибридных композиций при изготовлении строительных материалов являются:

- теплоизоляционные материалы, в том числе пенопласты и грубоволокнистые ТИМ;
- одноосноориентированные армированные пластики – базальто-, стекло- и углепластиковая арматура;
- клеи, герметики, покрытия.

Главными техническими преимуществами полимерных композитов на гибридном связующем будут являться повышенные тепло- и огнестойкость (по сравнению с ПКМ на традиционных полимерных связующих). Выбор состава и технологических режимов приготовления гибридного связующего будет зависеть от вида материала, в котором оно будет использоваться.

В качестве основных сырьевых компонентов для изготовления гибридных органо-неорганических связующих выбраны: полиизоцианат (ПИЦ), как наименее токсичный в ряду изоцианатных соединений, и водные растворы силикатов натрия (жидкое стекло и полисиликаты) в связи с их доступностью и более низкой стоимостью. Следует отметить, что системы на основе щелочных металлов являются катализаторами образования изоциануратов, обладающих повышенными прочностными характеристиками, тепло- и термостойкостью.

При использовании разработанных связующих в качестве компонента теплоизоляционных материалов в числе основных критериев применимости выбраны: невысокая вязкость, максимальная скорость отверждения при комнатной температуре и высокая доля неорганического компонента (для более эффективного снижения горючести теплоизоляционного материала). С учётом перечисленных критериев для теплоизоляционных материалов предпочтительно использовать составы связующих, содержащих жидкое стекло с силикатным модулем 2,8-3,2 и целевые добавки.

При изготовлении грубоволокнистых ТИМ в качестве целевой добавки (катализатора отверждения) в гибридное связующее вводили третичные амины (смесь оснований Манниха в соотношении ОМ1:ОМ2:ОМ3 = 17:66:17) в количестве от 2 до 6 масс. %. По данным пенообразования (таблица 1) в качестве оптимального соотношения ПИЦ к ЖС выбрано 1:0,7. Данная композиция также характеризуется максимальной степенью конверсии –NCO-групп (через 8 суток выдержки при комнатной температуре достигает 48 %) и наибольшей водостойкостью.

На основе оптимального состава поризованного гибридного связующего получен ТИМ с использованием в качестве наполнителя рубленой соломы. Для его получения использовали следующую методику. Предварительно растительный наполнитель смешивался с ЖС, затем вводилась органическая составляющая. Таким образом, формирование пенопласта происходило непосредственно в среде наполнителя.

Таблица 1

## Данные пенообразования и плотность композиций ПИЦ-ЖС-третичные амины

Содержание ЖС в связующем (ПИЦ:ЖС)	Кратность вспенивания композиции	Время подъема пены, сек	Плотность пенопласта, кг/м <sup>3</sup>
1:0,5	10	105	200
1:0,6	13	85	160
<b>1:0,7</b>	<b>14</b>	<b>77</b>	<b>150</b>
1:1	12	78	220
1:1,5	4	115	650

В зависимости от соотношения растительного наполнителя и связующего плотность ТИМ составляет от 320 до 500 кг/м<sup>3</sup>, прочность на сжатие при 10%-ной деформации – 0,8-2,9 МПа, прочность при изгибе – 1,5-4,2 МПа, водопоглощение за 24 часа – 12-13 %, коэффициент теплопроводности 0,056-0,076 Вт/м·К. По горючести полученные материалы относятся к классу трудногорючих.

При изготовлении модифицированных пенополиуретанов на первой стадии готовилось гибридное связующее с соотношением компонентов ПИЦ:ЖС = 80:20 (СМ=2,8-3,0), в которое последовательно вводили дисперсный наполнитель и полиэфир. После смешения всех компонентов на лопастной мешалке в течение 20-30 секунд смесь заливалась в металлические формы, где протекали процессы вспенивания и отверждения. Время вспенивания ППУ-композиции на гибридном связующем составляет 160 сек, при введении дисперсных наполнителей (полуводного гипса и алюмонатриевых отходов, состоящих на 90 % из Al(OH)<sub>3</sub>) время вспенивания увеличивается до 200-250 сек. Плотность наполненных ППУ на гибридном связующем монотонно возрастает с увеличением степени наполнения (рис. 1), а зависимости прочности при сжатии от содержания наполнителей носят экстремальный характер (рис. 2). Максимальной прочностью при сжатии обладают ППУ, модифицированные алюмонатриевыми отходами в количестве 20 масс. %. Время самостоятельного горения закономерно снижается при увеличении содержания наполнителей. При оптимальном содержании наполнителей (20 масс. %) время самостоятельного горения не превышает 4-7 сек.

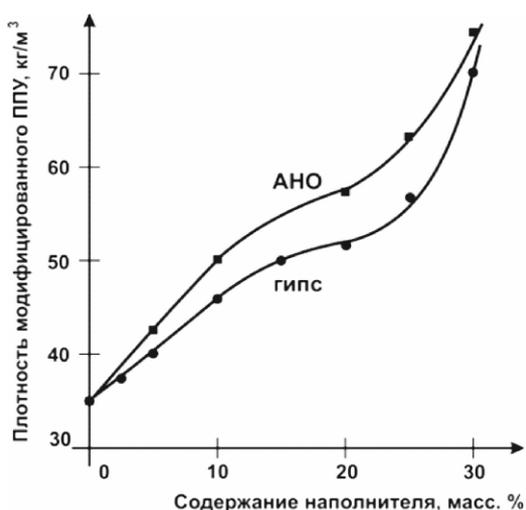


Рис. 1. Зависимость плотности ППУ на гибридном связующем от содержания наполнителей

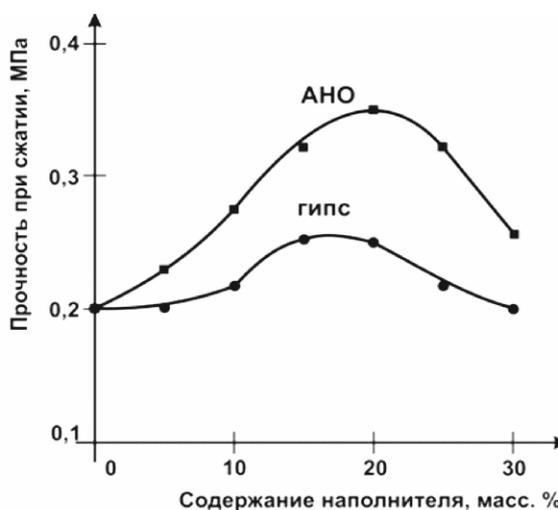


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии ППУ на гибридном связующем от содержания наполнителей

При использовании гибридных систем в качестве связующих для стекло-, базальто- и углепластиков основными критериями применимости будут являться технологичность (невысокая вязкость, достаточное для пропитки волокнистого наполнителя время жизнеспособности, хорошая смачиваемость по отношению к волокну) и высокие технические показатели, в первую очередь, прочность, химическая стойкость и теплостойкость. С точки зрения технологичности и максимизации физико-механических характеристик, тепло- и водостойкости в качестве основы армированных пластиков

рассматриваются системы на основе полиизоцианата и полисиликата натрия. Для отверждения гибридных связующих в данном случае целесообразно использовать тепловую обработку при 80-100 °С, предусмотренную в технологиях изготовления армированных пластиков методами пултрузии и нидтрузии. В качестве модифицирующих добавок в данном случае были рассмотрены поверхностно-активные вещества и наномодификаторы [5-6]. Составы, рекомендуемые нами для использования при изготовлении одноосноориентированных пластиков методом пултрузии, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Свойства модифицированных связующих на основе ПИЦ и ПН

Наименование показателя	Значение показателя для контрольного состава (ПИЦ:ПН = 80:20) и составов, модифицированных:				
	контрольный состав	С-3 (0,3 %)	Алюмозоль (0,3 %)	Кремнезоль (0,3 %)	УНТ* (0,1 %)
Время гелеобразования, мин	270	300	285	250	150
Время отверждения в условиях тепловой обработки, ч	8,5	7,0	3,5	2,0	5,0
Степень конверсии –NCO-групп, %	75	92	85	88	-
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,10	1,11	1,15	1,12	1,10
Прочность при сжатии, МПа	70	105	85	70	125
Водопоглощение за 24 ч, масс. %	1,66	0,96	2,55	4,0	-
Теплостойкость, °С	260	283	290	293	280

\* УНТ – углеродные нанотрубки, вводились в связующее в виде твёрдого концентрата многослойных УНТ торговой марки Graphistrength C S1-25 производства фирмы Arkema (Франция).

Из представленных данных следует, что введение в гибридное связующее модифицирующих добавок приводит к увеличению механической прочности и теплостойкости. С точки зрения достижения максимальных прочностных характеристик наилучшими модифицирующими добавками являются поверхностно-активное вещество С-3 и система, содержащая углеродные нанотрубки (УНТ). Для получения тепло- и термостойких композитов перспективными модификаторами являются коллоидные растворы оксидов кремния и алюминия.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили технологическую целесообразность и эффективность разработки и практического использования гибридных связующих в составах полимерных композиционных материалов различного функционального назначения. Широкие возможности физической, физико-химической и химической модификации разработанных связующих создают необходимые условия для адаптации рецептурно-технологических параметров их изготовления под различные технологии производства строительных композитов.

#### Список литературы

1. Веселовский Р.А., Ищенко С.С., Новикова Т.И., Файнерман А.А. Изучение взаимодействия в системе 2,4-толуилдиизоцианат – жидкое стекло методом ИК-спектроскопии // Композиционные материалы, 1987, № 33. – С. 56-61.
2. Ищенко С.С., Придатко А.Б., Новикова Т.И., Лебедев Е.В. Взаимодействие изоцианатов с водными растворами силикатов щелочных металлов // Высокомолек. соед., серия А, т. 38, 1996, № 5. – С. 786-791.
3. Солдатов Д.А. Теплоизоляционные материалы на основе растительного сырья и органоминеральных поризованных связующих // Автореферат канд. дисс. на соискание степени канд. техн. наук. – Казань, 2000. – 18 с.
4. Старовойтова И.А. Гибридные связующие на основе полиизоцианатов и водных растворов силикатов натрия для композиционных материалов строительного назначения // Автореферат канд. дисс. на соискание степени канд. техн. наук. – Казань, 2008. – 25 с.
5. Старовойтова И.А., Хозин В.Г., Халикова Р.А., Пилипенко Н.А. Влияние модифицирующих добавок на свойства гибридных связующих на основе полиизоцианата и полисиликата натрия // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 229-234.

6. Starovoitova I.A., Khozin V.G., Suleymanov A.M. Optimization of compositions and modification by nanoparticles of hybrid organic-inorganic binders // Nano-technology for green and sustainable construction – Proceedings of the IV International Conference, Cairo, Egypt, 2012. – P. 64-74.

**Soldatov D.A.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [dimsol@kgasu.ru](mailto:dimsol@kgasu.ru)

**Abdrakhmanova L.A.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: [laa@kgasu.ru](mailto:laa@kgasu.ru)

**Starovoitova I.A.** – candidate of technical sciences

E-mail: [irina-starovoitova@yandex.ru](mailto:irina-starovoitova@yandex.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Modification of hybrid binders for insulation and construction materials

#### Resume

Perspective directions practical application in the manufacture of hybrid binders building materials are:

- insulation materials;
- pultruded reinforced plastics – basalt, glass and carbon fiber reinforcement;
- adhesives, sealants, coatings.

As the organic component of the hybrid binder is selected polyisocyanate as an inorganic component – water solution of sodium silicate (water glass and polysilicate).

Our studies have shown that, depending on the formulation and technological factors production of hybrid binders hardened composites characteristics change over a wide range: the density varies from 0,1-0,6 g/cm<sup>3</sup> to 1,0-1,3 g/cm<sup>3</sup>, strength compression varies from 2-8 MPa to 40-100 MPa, heat stability – 190-270 °C.

Effective thermal insulation materials with high compression strength and low thermal conductivity were obtained on the basis a polyisocyanate and water glass.

Regularities of influence of modification additives on technological and operational properties of hybrid binders on the base of polyisocyanate and polysilicate of sodium are studied.

Optimum compositions are recommended for use as binders for pultruded reinforced plastics.

**Keywords:** hybrid binder, polymer composite materials, thermal insulating materials, reinforced plastics, modification.

#### References

1. Veselovskii R.A., Ishenko S.S., Novikova T.I., Fainerman A.A. Studying of interaction in system 2, 4-tolyilendiisocyanate-liquid glass by IR-spectroscopy // Composite materials, 1987, № 33. – P. 56-61.
2. Ishenko S.S., Pridatko A.B., Novikova T.I., Lebedev E.V. Interaction isocyanates with water solutions of silicates alkaline metals // Vysokomolekulyarnye soedineniya, series A, 1996, t. 38, № 5. – P. 786-791.
3. Soldatov D.A. Thermal insulation materials based on plant materials and organic porous binders // Ph.d. thesis on competition ph.d. degree technical sciences. – Kazan, 2000. – 18 p.
4. Starovoitova I.A. Hybrid binders on the base of polyisocyanate and water solutions of polysilicate of sodium for composite building materials // Ph.d. thesis on competition ph.d. degree technical sciences. – Kazan, 2008. – 25 p.
5. Starovoitova I.A., Khozin V.G., Khalikova R.A., Pilipenko N.A. The influence of modification additives on the properties of hybrid binders on the base of polyisocyanate and polysilicate of sodium // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 229-234.
6. Starovoitova I.A., Khozin V.G., Suleymanov A.M. Optimization of compositions and modification by nanoparticles of hybrid organic-inorganic binders // Nano-technology for green and sustainable construction – Proceedings of the IV International Conference, Cairo, Egypt, 2012. – P. 64-74.

УДК 691:699.86

Солдатов Д.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: dimsol@kgasu.ru

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Теплоизоляционные материалы на основе соломы

#### Аннотация

Рассмотрены проблема и состояние строительства соломенных домов. В работе показана перспективность и эффективность использования соломы в качестве теплоизоляционного материала с применением различных видов эффективных связующих веществ. Приводятся требования к соломе как заполнителю и к связующим веществам с точки зрения эксплуатационных и функциональных показателей соломенных теплоизоляционных блоков.

**Ключевые слова:** солома, коэффициент теплопроводности, соломенные блоки, органо-неорганические связующие.

#### Введение

Возведение домов из соломенных блоков является экономически и технически целесообразным в связи с малым уровнем материальных затрат и простой технологией возведения. При этом не исключается проявление самых разнообразных индивидуальных творческих решений.

В практике строительства домов из соломенных блоков можно выделить два основных подхода [1, 2]:

- первый – это использование дополнительного несущего каркаса из дерева, который заполняется соломенными блоками;
- второй подход состоит в том, что несущие стены выкладываются непосредственно из соломенных блоков.

Качество применяемых соломенных блоков и конкретные климатические и другие условия определяют выбор той или иной технологии строительства, однако наиболее часто используется технология создания несущего деревянного каркаса с последующим заполнением его теплоизоляционными блоками.

На основе соломы могут быть с успехом получены теплоизоляционные и конструкционно-теплоизоляционные материалы, которые не являются основным элементом при строительстве зданий и сооружений, а несут только определенные теплозащитные функции. Многочисленные эксперименты показали, что наиболее подходящим сырьем для изготовления теплоизоляционных материалов (ТИМ) являются лигноцеллюлозные сельскохозяйственные отходы, полученные после уборки урожая: камыш, тростник, стебли хлопчатника, виноградная лоза, шелуха хлопковых семян, риса, подсолнечника, солома злаковых культур [3-5].

На практике могут быть реализованы различные варианты теплоизоляционных материалов из соломы:

1. Прошивные маты, скрепленные стальной проволокой;
2. Прессованные плиты на основе переработанной волокнистой соломы;
3. Прессованные плиты из соломы в тюках;
4. Прессованные плиты на основе измельченной (рубленной) соломы.

Прессованные плиты на основе рубленной соломы с применением связующих по своим технологическим, эксплуатационным и технико-экономическим параметрам можно считать наиболее перспективными в сравнении с прошивными матами и плитами на основе переработанной термическим или термохимическим путем волокнистой соломы.

### Объекты и методы исследований

В качестве основных компонентов (наполнителя и связующего) для получения теплоизоляционных материалов были использованы:

- рубленая солома: длина волокна 30-50 мм, диаметр 2-4 мм;
- жидкие стекла – низкомолекулярные и высокомолекулярные (кремнезоли), представляющие водные растворы силикатов натрия, отличающиеся вязкостью, силикатным модулем и содержанием сухого вещества и воды [6].

### Результаты

Плотность и прочность композитов на основе соломы и высокомолекулярного стекла приведены на рис. 1, 2.

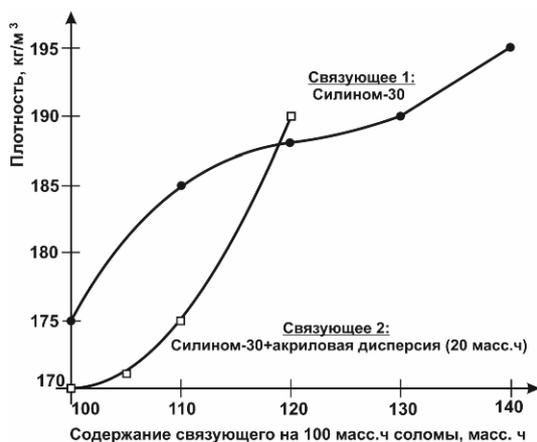


Рис. 1. Зависимости плотности композитов от содержания связующего

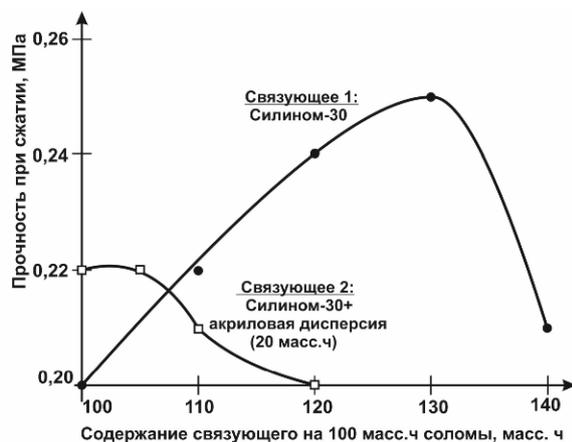


Рис. 2. Зависимости прочности при сжатии композитов от содержания связующего

Из представленных данных следует, что с увеличением содержания связующего (со 100 масс. ч связующего на 100 масс. ч соломы до 120-140 масс. ч) плотность композитов возрастает со 170-175 кг/м<sup>3</sup> (при) до 190-195 кг/м<sup>3</sup>. При этом в случае использования связующего типа 1 (Силином-30) зависимость прочности при сжатии композита от содержания связующего носит экстремальный характер: максимум (0,25 МПа) наблюдается при 130 масс. ч связующего. В случае использования бинарного связующего типа 2 (Силином-30 + 20 масс. ч акриловой дисперсии) максимальной прочностью (0,20 МПа) характеризуются образцы, содержащие 100-105 масс. ч связующего.

Использование низкомолекулярных жидких стёкол в данном случае менее эффективно: полученные образцы характеризуются большей плотностью (220 кг/м<sup>3</sup>) и меньшей водостойкостью при том же значении механической прочности.

В качестве оптимальных составов нами были выбраны составы связующих, обладающие относительно невысокой плотностью, высокой прочностью и минимальным водопоглощением.

В табл. 1 приведены характеристики разработанных композитов оптимальных составов и торфоплит, рассматриваемых в качестве аналога.

Таблица 1

Свойства ТИМ на основе соломы и торфоплит

Свойства	Связующее		Торфоплита
	Силином-30	Силином-30+ акриловая дисперсия	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	190	170	170-220
Коэффициент теплопроводности, Вт/м <sup>0</sup> С	0,052	0,048	0,056-0,075
Прочность при сжатии, МПа	0,24	0,22	0,1-0,5
Прочность при изгибе, МПа	0,27	0,17	0,3
Водопоглощение, % за 24 часа	17,0	14,0	170
Сорбционное увлажнение, % за 24 часа	2,8	2,2	12
Горючесть	Негорючий		Горючий

По сравнению с торфоплитами полученные материалы на основе соломы и высокомодульного стекла при том же уровне прочностных характеристик обладают значительно большей водостойкостью (водопоглощение меньше в 10-12 раз) и огнестойкостью (являются негорючими материалами в отличие от торфоплит).

Если сравнивать разработанные материалы с фибролитом и арболитом, то следует отметить значительно более высокую плотность и теплопроводность последних (плотность от 400 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности – от 0,08 Вт/м<sup>0</sup>С), что свидетельствует об их меньшей теплоизоляционной эффективности. Кроме того, водопоглощение за 24 часа арболита и фибролита составляет 35-85 % по массе.

Из проведённого анализа можно сделать вывод о высокой технической эффективности полученных композитов (по основным эксплуатационно-техническим характеристикам) над существующими на рынке материалами аналогичного строения.

Значительный вклад в оптимизацию структуры и свойств исследуемых композитов вносят параметры наполнителя, в данном случае, рубленой соломы, как каркасообразующего элемента. Механические показатели теплоизоляционного материала в основном определяются адгезионной прочностью в системе «связующее – соломенный наполнитель».

Поэтому далее нами было изучено влияние фракционного состава рубленой соломы на процессы структурообразования и комплекс характеристик теплоизоляционного материала.

Для проведения сравнительного анализа были выбраны образцы с одинаковой плотностью. Оказалось, что длина соломенного наполнителя (варьировалась от 20 до 50 мм) влияет на свойства полученных композитов: наблюдаются линейные зависимости увеличения механической прочности и снижения водопоглощения образцов при увеличении длины наполнителя. В связи с этим в целях улучшения свойств плит в технологии после дробления соломы необходимо предусмотреть удаление фракции менее 20 мм путем механического отсева.

С учётом результатов экспериментальных исследований предложены два варианта технологических режимов изготовления ТИМ на основе рубленой соломы и неорганического связующего [7]:

- 1 вариант – конвейерная линия, где ковер непрерывно укладывается на ленту, проходит тепловую обработку в туннельной камере и режется на плиты требуемого размера;
- 2 вариант – агрегатно-поточная линия. Сырьевая масса укладывается в формы с фиксируемыми крышками, которые подаются в сушильную камеру или на многоэтажный пресс горячего типа, по окончании процесса тепловой обработки производится распалубка готовых изделий, чистка и подготовка форм и процесс повторяется. Данная технология наиболее проста в изготовлении, обслуживании и может получить наибольшее распространение на малых предприятиях.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ свойств разработанных плит на основе рубленой соломы и неорганического связующего и минераловатных плит повышенной жесткости. По показателям плотности и теплопроводности материалы, приведенные в таблице, близки, однако разработанные материалы отличаются в 1,5-2 раза меньшим водопоглощением и большей прочностью на сжатие при 10 %-ной деформации (после сорбционного увлажнения). Так, водопоглощение по массе за 24 часа для плит на основе соломы и жидкостеклового связующего не превышает 17 %, а для минераловатных плит повышенной жесткости составляет не более 30 %.

Таблица 2

**Характеристики разработанных теплоизоляционных плит  
и минераловатных плит повышенной жесткости**

Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на сжатие при 10%-ной деформации, МПа (после сорбционного увлажнения)	Коэффициент теплопроводности при 25 <sup>0</sup> С, Вт/м <sup>0</sup> С
Плита из рубленой соломы и жидкостеклового связующего	200	не менее 0,35 (0,30)	не более 0,052
Минераловатная плита	200 ±25	не менее 0,1 (0,08)	не более 0,052

## Заключение

Известные теплоизоляционно-конструкционные материалы аналогичного строения значительно уступают разработанным по теплозащитным характеристикам и гигроскопичности. Будучи трудногорючими, достаточно водостойкими, относительно прочными и, в то же время, с эффективными теплоизолирующими свойствами разработанные материалы могут быть рекомендованы к применению для теплоизоляции зданий.

## Список литературы

1. Широков Е. Экодом из соломы. Белорусский вариант // Экологический дизайн, 2000, № 1.
2. Попов Б. Дома из соломенных блоков. Свежий взгляд на проблему строительных материалов. Центр Пермакультуры. – Киев, 1961. – С. 18.
3. Баум М.Ю., Новак Н.П. Изготовление стружечных плит из виноградной лозы // Реф. информ. «Фанера и плиты», 1971, № 10. – С. 9-10.
4. Курдюмова В.М. Материалы и конструкции из отходов растительного сырья. – Фрунзе: Кыргызстан, 1990. – 110 с.
5. Стравчинский А.Е., Замесова И.Ф., Румако Т.К. Строительные материалы из растительных отходов // Тез. докл. совещания по вопросу использования отходов промышленности в производстве строительных материалов, 1968. – Фрунзе. – С. 37-39.
6. Солдатов Д.А., Петров А.Н., Абдрахманова Л.А., Хозин В.Г. Водостойкие ТИМ на основе водных дисперсий на основе отходов растительного сырья. / Межд. сборник научных трудов «Эффективные материалы и технологии в сельском строительстве». – Новосибирск, 1999. – С. 120-123.
7. Хозин В.Г., Шекуров В.Н., Петров А.Н., Шишкин А.Б. Комплексное использование растительного сырья при производстве строительных материалов // Строительные материалы, 1997, № 9. – С. 22.

**Soldatov D.A.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [dimsol@kgasu.ru](mailto:dimsol@kgasu.ru)

**Khazin V.G.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: [khazin@kgasu.ru](mailto:khazin@kgasu.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

## Heat-insulating materials on the basis of straw

### Resume

Straw bale house building is a perspective technique. First of all it is connected with the low level of construction costs and the simplicity of construction.

In practice various variants of heat-insulating materials from straw can be implemented:

1. stitched mats, fixed with a steel wire;
2. pressed slabs on the basis of recycled fibrous straw;
3. pressed slabs from bales of straw;
4. pressed slabs on the basis of chopped straw.

Pressed slabs on the basis of chopped straw with the use of binders, according to their technological, exploitative, technical and economic indicators, are considered to be the most promising in comparison with the stitched mats and slabs, made on the basis of processed thermal and thermo-chemical way of fibrous straw.

As the binder in heat insulating materials was analyzed liquid glass and «silica sol» – highly modular liquid glass, that differs from each other by viscosity, silicate module and a dry matter content.

On the basis of the obtained experimental data various variants of the production technology of heat-insulating slabs on the basis of chopped straw and liquid glass as a binder

are worked out. First variant is the conveyor line, where the carpet continuously fit on the tape, passes thermal processing in the tunnel camera and is cut on the slabs of the desired size. Second variant is the aggregate-production line. The raw material mass is fitted in the form with fixed lids, which are served in the kiln or to a multi-press hot type. At the end of the process of thermal treatment strip of finished products cleaning and preparation of forms is performed, and the process is repeated. This technology is the simplest in manufacturing, service and can be the most widespread way in small enterprises.

For technical specifications, the boards of chopped straw close to the boards of the increased rigidity of mineral cotton wool, but they surpass them on durability, water resistance, sanitary-and-hygienic indicators.

Being fire resistant substance, enough water resistant, relatively stable and, at the same time, with effective insulation characteristics, developed materials can be recommended for application for thermal insulation of buildings.

**Keywords:** straw, thermal conductivity, straw bales, organic and non-organic binders.

### References

1. Shirokov E. Straw Ecohouse. Belorussian variant. // Ecological design, 2000, № 1.
2. Popov B. Houses made of straw bales. Fresh view on the problem of construction materials. Permaculture Center. – Kiev, 1961. – P. 18.
3. Baum M.U., Novak N.P. The production of chipboards from the vine / Abstracts. «Plywood and Plate», 1971, № 10. – P. 9-10.
4. Kurduymova V.M. Materials and design from vegetable raw material waste. – Frunze: Kirgizstan, 1990. – 110 p.
5. Stravchinskiy A.E., Zamesova I.F., Rumako T.K. Building materials made of vegetable wastes // Thesis of the report of a session on issue of the use of industrial wastes in building materials, 1968, Frunze. – P. 37-39.
6. Soldatov D.A., Petrov A.N., Abdrahmanova L.A., Khozin V.G. Water-resistant heat-insulating materials on the basis of water dispersions on the basis of the vegetable raw materials, international collection of scientific works «Effective materials and technologies in agriculture construction». – Novosibirsk, 1999. – P. 120-123.
7. Khozin V.G., Shekurov V.N., Petrov A.N., Shishkin A.B. Complex usage of vegetable raw materials in the production of building materials // Building materials, 1997, № 9. – P. 22.

УДК 678.643

Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор

E-mail: svf08@mail.ru

Куколева Д.А. – кандидат технических наук, ассистент

E-mail: daria-zd@rambler.ru

Вахитов Б.Р. – аспирант

E-mail: vbcorp@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

## Оценка биостойкости строительных материалов в биологически-активных средах

### Аннотация

Обоснована актуальность проблемы биологического повреждения строительных материалов изделий и конструкций, а также необходимость ее методического обеспечения. Изучены и проанализированы существующие методы оценки биостойкости: стандартный (ГОСТ 9.048-89, ГОСТ 9.049-91), лабораторный (испытания в модельных средах) и промышленный (в биологически-активной среде аэротенка). Рассмотрен вариант модернизации промышленного метода оценки биостойкости строительных материалов. Приведены результаты исследований, проведенных на территории биологических очистных сооружений г. Зеленодольска в трехкоридорных аэротенках-вытеснителях.

**Ключевые слова:** биостойкость, цементно-песчаный раствор, метод оценки, активный ил, аэротенк.

Проблема защиты современных городов и их жителей от стихийных природных и техногенных воздействий становится все более острой и приводит к огромным материальным и энергетическим затратам и потерям. На этом фоне биологическая деградация материалов и конструкций – незаметное, но непрерывное явление, которое обуславливает снижение прочностных характеристик строительных материалов, изделий и конструкций, а также ухудшение комфорта помещения.

Биоповреждение – особый вид коррозии материалов, зданий и сооружений, связанный с воздействием микроорганизмов и их продуктов метаболизма. Несмотря на то, что об участии грибов и бактерий в разрушении строительных конструкций было известно еще до нашей эры, исследовать эту проблему стали лишь в начале XX века, когда при обследовании бетонного водопроводного канала были обнаружены в поверхностном слое поврежденного бетона нитрифицирующие бактерии. С тех пор исследования процессов биоповреждения не прекращаются и активно ведутся исследователями многих стран.

Основной трудностью, с которой сталкиваются исследователи при изучении биоповреждения, является отсутствие доступных методов оценки биостойкости строительных материалов. Суть большинства широкоизвестных методов сводится к непосредственному заражению исследуемых материалов микроорганизмами (на территории РФ действуют два стандартных метода: ГОСТ 9.048.-89 и ГОСТ 9.049-91). Стоит отметить, что ряд микроорганизмов, которыми заражают материалы, являются патогенными и опасными для здоровья экспериментаторов, что существенно ограничивает применение этого метода. Кроме того, эти методы позволяют проводить лишь визуальную оценку биостойкости исследуемых материалов, то есть позволяют констатировать: обростает тот или иной материал микроорганизмами или нет. В этой связи возникла необходимость в поисках альтернативных методов количественной оценки биостойкости строительных материалов.

Известно, что большинство плесневых грибов активно размножается в условиях повышенной влажности (более 75 %). Данным условиям удовлетворяют гидротехнические сооружения и сооружения очистки сточных вод. Очевидно, этим можно объяснить выбор Жеребятъевой Т.В., которая проводила оценку биостойкости строительных материалов в градирнях, помещая образцы исследуемых материалов внутрь сооружения и экспонируя их в течение определенного времени (56 суток) [1].

Однако, на наш взгляд, наиболее перспективным является применение сооружений биологической очистки сточных вод (аэротенков), ввиду того, что в аэротенке создаются условия, необходимые для роста и развития микроорганизмов. Ранее были проанализированы существующие конструкции аэротенков и сделан вывод о том, что для оценки биостойкости наиболее подходит аэротенк-вытеснитель, ввиду возможности выбора различных условий испытаний (из-за различной нагрузки на активный ил по длине аэротенка) [2].

Для размещения образцов внутри водоочистного сооружения разработано устройство, которое представляет собой каркасную полимерную сетку, с накладными карманами, изготовленными из того же материала. Каркасная сеть (КС) с помощью тросов и карабинов закрепляется на ограждениях аэротенка [3].

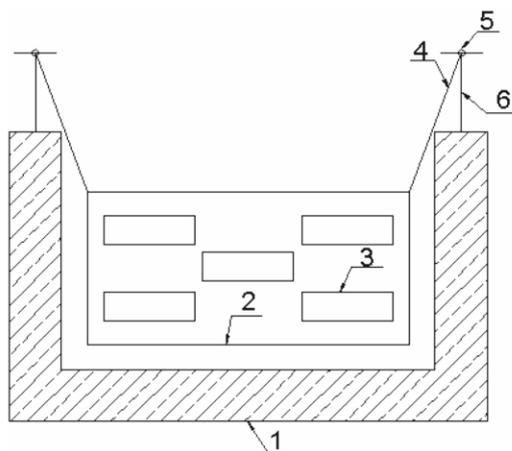


Рис. 1. Схема закрепления КС в аэротенке:

1 – аэротенк; 2 – полимерная сетка; 3 – накладные карманы; 4 – тросы; 5 – карабины;  
6 – ограждающая конструкция

Размещение образцов исследуемых материалов в данном устройстве позволяет обеспечить максимальную площадь их контакта с биологически активной средой (БАС) и минимальную площадь контакта с самим устройством, снижая риск соприкосновения образцов друг с другом, что увеличивает точность оценки биостойкости исследуемых материалов.

Однако, при практическом использовании данного устройства выявлен ряд недостатков: неудобство и трудоемкость размещения и закрепления образцов, нерациональное использование возможностей аэротенка (неполное использование всей длины коридора и различной нагрузки на активный ил в зависимости от места установки по длине коридора), а также недостаточная жесткость конструкции.

В этой связи было предложено модернизированное устройство кассетного типа УКТ-1 (положит. решение по заявке на полезную модель № 2012129103 от 10.07.2012), позволяющее более рационально разместить образцы для испытания таким образом, чтобы увеличить их количество, обеспечить их более надежную фиксацию и, кроме того, использовать возможность изменения нагрузки на ил по длине аэротенка.

Для выполнения этих условий предложено устройство для крепления образцов в виде блоков, состоящих из П-образных направляющих 1, в которых установлены рамы 2, изготовленные из труб прямоугольного сечения (защищенного антикоррозионным покрытием), например, из стали, для размещения вкладных рамок 3, с жестко закрепленными в них полимерными сетками с накладными карманами 4. Блоки жестко закреплены между собой накладными пластинами.

Размеры рамок 3 могут варьироваться в зависимости от размеров и массы образцов, то есть возможно размещение в раме 2 одной или несколько рамок 3. Размеры накладных карманов полимерной сетки 4 также обусловлены размерами образцов строительных материалов, их подбирают таким образом, чтобы в них можно было без усилий, но достаточно плотно поместить образец, но в то же время, карман сетки 4 должен надежно фиксировать образец. Последнее обусловлено необходимостью обеспечения уменьшения трения образца о сетку 4 при погружении образцов и во время их испытания.

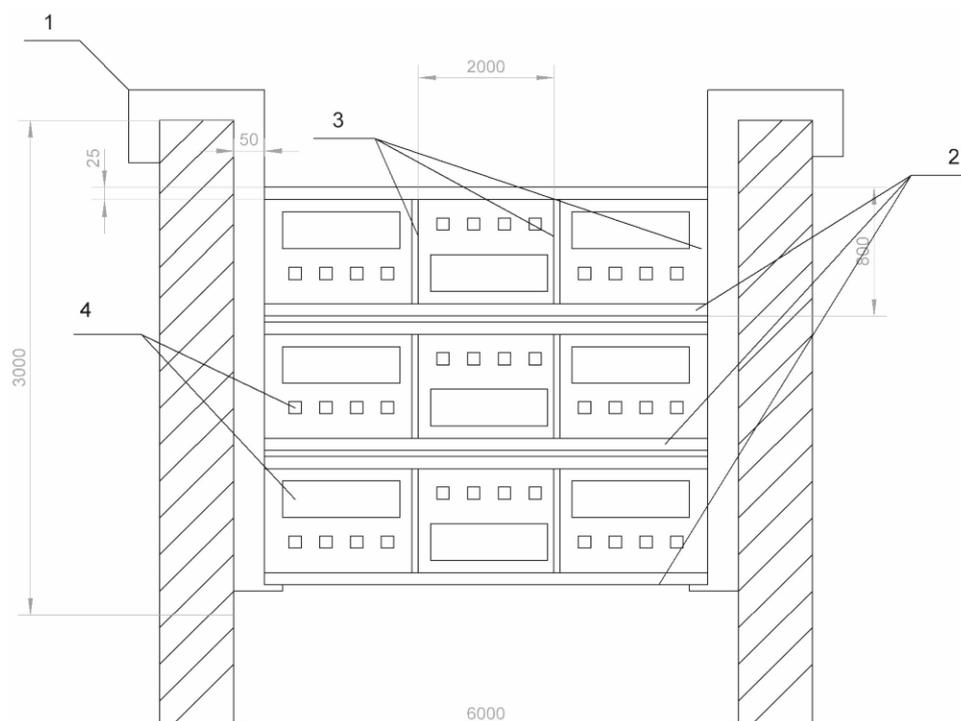


Рис. 2. Схема закрепления УКТ-1 в аэротенке:

1 – направляющие; 2 – рамы; 3 – вкладные рамки; 4 – сеть с накладными карманами

Карманы в полимерной сетке располагают на расстоянии 4-10 см друг от друга, что исключает вероятность контакта образцов между собой в процессе экспозиции.

Размер ячеек сетки 4 определяется по размеру образца таким образом, чтобы площадь контакта сетки 4 и образца была минимальна.

Образцы загружают в карманы сети 4 за пределами водоочистного сооружения, затем рамки 3 вставляют в раму 2, которую помещают в направляющую 1 и опускают вниз таким образом, чтобы уровень водной среды для верхней части образцов был на 20-30 сантиметров выше верхней грани рамки.

Возможно также применение кассет блоков, которые между собой соединяются накладными пластинами, что придаёт дополнительную жесткость конструкции.

Использование УКТ-1 позволяет полностью исключить вероятность контакта образцов друг с другом во время испытания и обеспечить максимальную площадь взаимодействия образцов с активной средой водоочистных сооружений, а также проводить испытания образцов в среде с различной нагрузкой на активный ил.

При апробировании данного устройства установлено, что трудоемкость извлечения вкладных рамок из водоочистного сооружения осложняет выполнение работ, так как в ряде случаев масса этих рамок может достигать 20 кг. Кроме того, следует отметить вероятность нарушения гидравлического режима аэротенка, в связи с чем было предложено кассетное устройство УКТ-2 (рис. 3а, б), закрепляющееся вдоль одной из стенок водоочистного сооружения. УКТ-2 выполнено в виде кассетного блока, состоящего из параллельных П-образных направляющих 1, соединенных швеллерами 2, в которых установлены рамы 3 с закрепленными в них полимерными сетками 4 с накладными карманами 5 для установки образцов.

На стенках водоочистного сооружения 6, например аэротенка, устанавливают кассету посредством направляющих П-образного сечения, изготовленных, например, из стального профиля (защищенного антикоррозионным покрытием). В направляющие 1, соединенные швеллерами 2, вставлены рамы 3 с закрепленными в них полимерными сетками 4 с накладными карманами 5.

Размеры рамок 3 зависят от размеров и массы образцов. Возможны варианты применения одной рамки или нескольких рамок в зависимости от размеров и массы образцов.

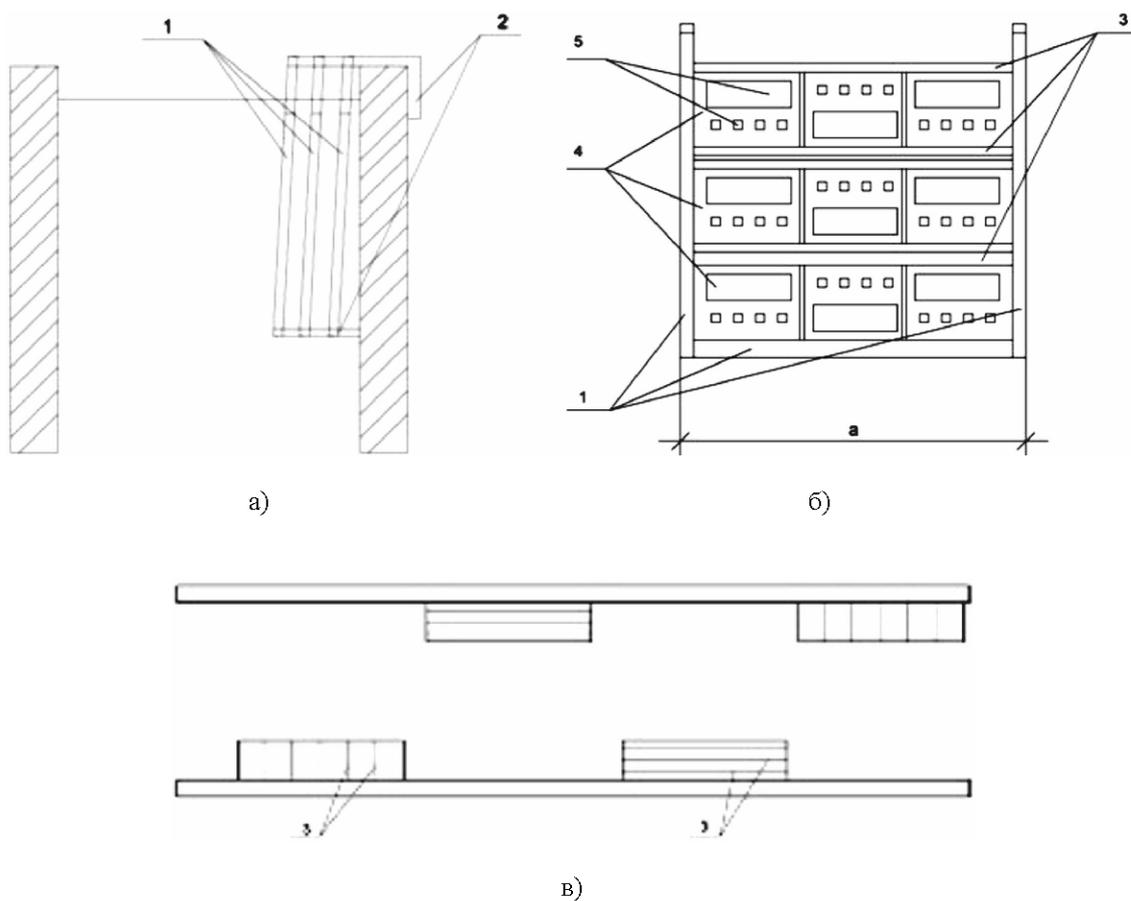


Рис. 3. Схема закрепления УКТ-2 в аэротенке: а) в разрезе сооружения; б) общий вид устройства, в) схема размещения УКТ-2 в аэротенке (вид сверху).

1 – П-образные направляющие; 2 – швеллеры; 3 – вкладные рамки; 4 – полимерная сеть;  
5 – накладные карманы, 6 – стенка водоочистного сооружения

Несомненным преимуществом размещения образцов вдоль стенок водоочистного сооружения является доступность и легкость извлечения рам. При предложенном расположении возможно использование подъемных механизмов, таких как ручная лебедка, применение которых исключено при поперечном расположении устройства.

Кроме отмеченных преимуществ, следует отметить возможность размещения кассетных устройств вдоль стенок аэротенка в шахматном порядке (рис. 3в). Подобное размещение образцов не приводит к нарушению гидравлического режима аэротенка.

Образцы исследуемых материалов загружаются в вышеописанные устройства за пределами водоочистного сооружения и помещаются внутрь аэротенка. После экспозиции в течение 28 суток образцы подвергались испытаниям на прочностные характеристики (табл.).

Разработанные устройства для закрепления образцов в аэротенках были апробированы на территории биологических очистных сооружений г. Зеленодольска. Полученные результаты показали, что изменение прочностных характеристик после экспозиции в БАС аэротенка для различных устройств идентично.

Таким образом, разработан ряд вариантов устройств, проведено их апробирование и показана эффективность их работы в условиях сооружений биологической очистки сточных вод. Но с целью снижения риска нарушения гидравлического режима аэротенка, а также снижения трудозатрат при размещении устройства крепления в водоочистном сооружении предпочтительнее применять устройство типа УКТ-2.

Таблица

**Изменение прочностных характеристик образцов цементно-песчаного раствора  
после экспозиции в биологически-активной среде аэротенка  
при использовании различных устройств**

Серия образцов		При экспозиции в устройстве типа КС	При экспозиции в устройстве типа УКТ-1	При экспозиции в устройстве типа УКТ-2
R <sub>сж</sub> МПа, после экспозиции в воде		15,84	15,63	15,97
R <sub>из</sub> МПа, после экспозиции в воде		5,2	5,25	4,9
R <sub>сж</sub> МПа, после экспозиции в аэротенке		12,10	12,10	12,25
R <sub>из</sub> МПа, после экспозиции в аэротенке		4,12	4,13	3,92
Коэффициент химической стойкости	K <sub>сж</sub>	0,76	0,77	0,76
	K <sub>из</sub>	0,79	0,78	0,8

### Список литературы

1. Жеребятьева Т.В. Диагностика бактериальной деструкции и способ защиты от нее бетона // Биоповреждения в промышленности: Тез. докл. конф. Ч. 1. – Пенза, 1993. – С. 5-6.
2. Строганов В.Ф., Куколева Д.А., Закиев Р.Б. Промышленный метод испытания строительных материалов на биостойкость // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 268-273.
3. Пат. 115076 RU МПК 01№33/38. «Устройство для испытания образцов на биостойкость». / В.Ф. Строганов, Д.А. Куколева, Р.Б. Закиев // Приор. 10.11.2011, опубл. 20.04.2012.

**Stroganov V.F.** – doctor of chemical science, professor

E-mail: svf08@mail.ru

**Kukoleva D.A.** – candidate of technical science, assistant

E-mail: daria-zd@rambler.ru

**Vakhitov B.R.** – post-graduate student

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Evaluation of biological stability of construction materials in the biologically-active media

#### Resume

The biological damage of building materials – one of the most actuality problems of modern construction. The actuality of problem is a reason of its study. Standard methods for assessing the biological stability of construction materials (GOST 9.048-89 and GOST 9.049-91) are studied. Shortcomings of these methods are revealed. These shortcomings severely restrict using these methods. Necessity for alternative methods for assessing the biological stability of construction materials is established.

Industrial method is proposed. It includes an exposition of samples tested materials in the structures of biological wastewater treatment.

For this purpose the proposed technical solution for equipment placement test samples in the aeration tank, which is a polymer chain with patch pockets. Testing of the device has shown a lack of rigidity. In this regard, a cassette construction (УКТ-1) for mounting the sample in the form of units, consisting of rails, which set the frame made of rectangular tube, to accommodate inset frames with rigid polymer networks in them with pockets. The blocks are rigidly fixed to

each other overhead plates. This device is perpendicular to the moving stream. Testing UKT-1 showed the possibility of breaking the hydraulic regime of the aeration tank.

In this regard, an apparatus, cassette-type UKT-2, is located along the wall of water treatment plants. A device for fixing the samples tested in the aeration tanks at the treatment plants Zelenodolsk. The results showed that the changes in the strength characteristics after exposure to the aeration tank for the various devices are identical.

**Keywords:** biostability, cement-sand grout, evaluation methods, activated sludge, aerotank.

### References

1. Zhrebiateva T.V. Diagnosis of bacterial destruction and how to protect it concrete / Biodeteriorations in Industry: Proc. Reports. Conf. Part 1. – Penza, 1993. – P. 5-6.
2. Stroganov V.F., Kukoleva D.A., Zakiev R.B. Method of test building materials on biodeterioration // News of the KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 268-273.
3. Pat. RU 115 076 IPC 01 № 33/38. «Device for testing samples for biological stability». / V.F. Stroganov, D.A. Kukoleva, R.B. Zakiev // Prior. 10-11-2011, publ. 20.04.2012.

УДК 535.33

Фурер В.Л. – доктор химических наук, профессор

E-mail: furer@kgasu.ru

Пантелеева Т.А. – кандидат физико-математических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Геометрическая структура 1-(4-формилбензил)-4,4'-бипиридиниума

#### Аннотация

Изучена структура молекул 1-(4-формилбензил)-4,4'-бипиридиниума (ФБП), которые представляют собой звенья соответствующих фосфор-виологенных дендримеров и «молекулярных звезд». Структурная оптимизация и анализ нормальных колебаний выполнен для молекулы ФБП на основе теории функционала плотности (ФП). Рассчитанные геометрические параметры и гармонические частоты колебаний предсказаны в хорошем согласии с экспериментальными данными. Анализ структуры ФБП обнаружил, что торсионные углы между двумя звеньями пиридина и между метиленовой группой и пиридином определяют конформационное пространство молекулы. Представленная кристаллическая структура вместе с расчетами методом ФП позволяют судить о структуре фосфор-виологенных дендримеров.

**Ключевые слова:** виологены, функционал плотности, рентгеновские лучи.

Виологены (4,4-бипиридиниум ионы) – это хорошо известные электроактивные соединения, которые претерпевают два последовательных обратимых процесса потери одного электрона и показывают особенные спектральные черты в дикатионной и радикал катионной формах [1]. Более того, известно, что виологены образуют сильные донорно-акцепторные комплексы с электроно-донорными соединениями [1]. Описано образование комплексов типа гость-хозяин и электрохимические свойства дендримеров, содержащих виологенные звенья [2]. Описан синтез и некоторые биологические свойства дендримеров, содержащих фосфорные связки и виологенные звенья [3]. Показано, что их поведение зависит от размера молекул и молекулярного веса, числа виологенных звеньев и природы концевых групп [3]. Недавно были синтезированы «молекулярные звезды», содержащие фосфорные и виологенные звенья [3].

В данной работе квантово-химические расчеты используются для характеристики модельного соединения виологена 1-(4-формилбензил)-4,4'-бипиридиниум (ФБП), которое представляет собой звенья соответствующих фосфор-виологенных дендримеров и «молекулярных звезд». Важно выявить, какую роль играют заряды на атомах виологена в модификации структуры молекул. Наша цель состояла в том, чтобы скомбинировать экспериментальные результаты с квантово-химическими расчетами методом функционала плотности (ФП) для определения структуры виологена. Путем полной оптимизации нам удалось найти конформер, соответствующий локальному минимуму потенциальной энергии молекулы, и его ИК спектр, используя технику ФП. Мы получили структурные параметры молекулы виологена и сопоставили их с экспериментальными значениями. Итак, основная цель данной работы состояла в том, чтобы охарактеризовать конформационную структуру молекулы виологена на основе ее изучения методом ФП. Полученные результаты дают вклад в понимание структуры, динамики и свойств дендримеров.

Синтез и основные характеристики молекулы ФБП описаны ранее [4]. Виологены (биспиридины) являются дикатионными мономерами, а в качестве контранионов выступают обычно  $PF_6^-$  (рис. 1).

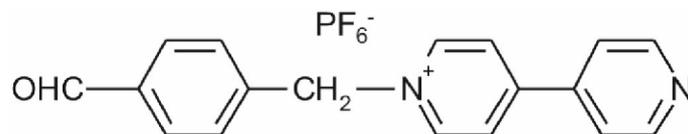


Рис. 1. Структура молекулы ФБП

Расчет геометрии молекулы ФБП выполнен с использованием градиентно-коррелированной теории с обменно-коррелированным функционалом плотности PBE [4]. Этот функционал был выбран потому, что он удовлетворяет точным соотношениям для обменно-корреляционной дырки и не содержит подгоночных параметров. Использован трехэкспоненциальный базис с двумя поляризационными функциями (TZ2P) [4]. Данный базис был выбран для того, чтобы получить оптимальное соотношение между аккуратностью и временем вычислений [5]. Его особенность состоит в том, что один набор экспонент используется для всех величин углового момента атомов [5].

Программа Природа использовалась для выполнения расчетов методом ФП [5]. Все стационарные точки характеризовались как минимумы путем анализа матриц Гесса.

Молекулярная структура ФБП определена методом дифракции рентгеновских лучей. Несмотря на то, что сравнение между структурами в газовой и конденсированной фазах не является очень строгим, наблюдается разумное согласие между теоретическим расчетом и экспериментальными данными по дифракции рентгеновских лучей для кристаллической фазы ФБП (табл.).

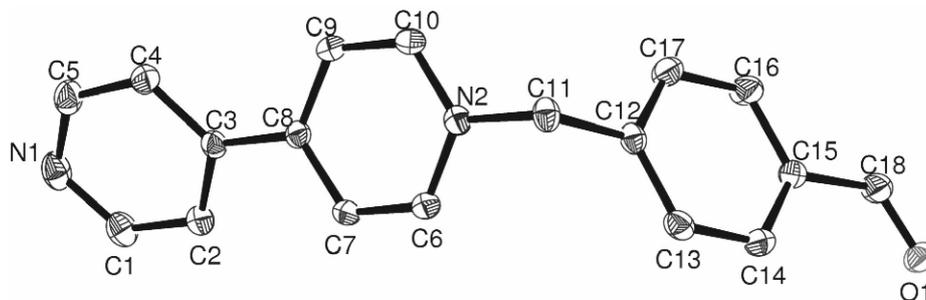


Рис. 2. Оптимальная геометрия для ФБП

В результате полной оптимизации получается конформация молекулы ФБП, показанная на рис. 2. Рассчитанные значения длин связей и валентных углов согласуются с экспериментальными данными, полученными рентгеноструктурным методом (табл.).

Из расчетов методом ФП следует, что бензольное и пиридиновое кольца плоские, поэтому конформация молекулы ФБП определяется двугранными углами  $\tau_1 - C(2)-C(3)-C(8)-C(9)$ ,  $\tau_2 - C(6)-N(2)-C(11)-C(12)$  and  $\tau_3 - N(2)-C(11)-C(12)-C(13)$ . Эти три двугранных угла расположены между двумя пиридиновыми кольцами ( $\tau_1$ ), метиленовой группой и пиридином ( $\tau_2$ ), метиленовой и бензальдегидной группами ( $\tau_3$ ). Полная оптимизация дает конформер молекулы ФБП с двугранными углами  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  и  $\tau_3$ , равными:  $149,2^\circ$ ,  $45,1^\circ$  и  $111,8^\circ$ . Соответствующие экспериментальные двугранные углы равны  $158,9^\circ$ ,  $72,6^\circ$  и  $105,8^\circ$ . Наиболее стабильная теоретическая конформация молекулы ФБП слегка отличается от экспериментальных данных для

кристаллической фазы. Итак, конформационное пространство, доступное для молекулы ФБП, определяется двугранными углами  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  и  $\tau_3$ . Кривые зависимости потенциальной энергии молекулы от этих углов представлены на рис. 3-5. График зависимости потенциальной энергии от двугранного угла  $\tau_1$  имеет два минимума, разделенные потенциальным барьером высотой 3,6 Ккал/моль (рис. 3).

Таблица

Экспериментальные и рассчитанные длины связей (Å) и валентные углы (°) молекулы ФБП

	Эксп.	Расч.		Эксп.	Расч.
Длины связей					
C(1)–N(1)	1,331	1,343	C(10)–N(2)	1,344	1,360
C(1)–C(2)	1,380	1,399	C(11)–N(2)	1,488	1,510
C(2)–C(3)	1,392	1,408	C(11)–C(12)	1,514	1,510
C(3)–C(4)	1,393	1,408	C(12)–C(13)	1,385	1,410
C(3)–C(8)	1,485	1,474	C(12)–C(17)	1,389	1,404
C(4)–C(5)	1,388	1,398	C(13)–C(14)	1,386	1,392
C(5)–N(1)	1,329	1,343	C(14)–C(15)	1,386	1,407
C(6)–N(2)	1,347	1,359	C(15)–C(16)	1,389	1,402
C(6)–C(7)	1,370	1,384	C(15)–C(18)	1,481	1,496
C(7)–C(8)	1,386	1,412	C(16)–C(17)	1,378	1,399
C(8)–C(9)	1,389	1,413	C(18)–O(1)	1,199	1,217
C(9)–C(10)	1,367	1,383			
Валентные углы					
N(1)–C(1)–C(2)	123,7	123,6	C(13)–C(12)–C(17)	119,4	119,9
C(1)–C(2)–C(3)	119,5	118,9	C(13)–C(12)–C(11)	120,5	120,1
C(2)–C(3)–C(4)	123,7	117,7	C(17)–C(12)–C(11)	120,0	120,0
C(2)–C(3)–C(8)	120,7	121,1	C(12)–C(13)–C(14)	120,6	120,1
C(4)–C(3)–C(8)	121,8	121,1	C(13)–C(14)–C(15)	119,7	119,9
C(5)–C(4)–C(3)	118,4	118,8	C(14)–C(15)–C(16)	119,7	120,1
N(1)–C(5)–C(4)	124,5	123,6	C(14)–C(15)–C(18)	121,4	119,9
N(2)–C(6)–C(7)	120,4	121,1	C(16)–C(15)–C(18)	118,9	120,0
C(6)–C(7)–C(8)	120,6	120,5	C(17)–C(16)–C(15)	120,4	120,0
C(7)–C(8)–C(9)	117,5	116,7	C(16)–C(17)–C(12)	120,1	119,9
C(7)–C(8)–C(3)	120,0	121,6	O(1)–C(18)–C(15)	125,6	123,5
C(9)–C(8)–C(3)	122,5	121,6	C(5)–N(1)–C(1)	116,5	117,5
C(10)–C(9)–C(8)	120,4	120,7	C(10)–N(2)–C(6)	120,4	120,0
N(2)–C(10)–C(9)	120,7	121,0	C(10)–N(2)–C(11)	121,0	119,9
N(2)–C(11)–C(12)	112,5	113,0	C(6)–N(2)–C(11)	120,4	120,0

Второй конформер с двугранным углом  $\tau_1$ , равным  $30^\circ$ , имеет более высокую энергию (0,3 Ккал/моль).

График зависимости потенциальной энергии от двугранного угла  $\tau_2$  имеет один минимум для  $45,1^\circ$ , которому соответствует экспериментальное значение  $72,6^\circ$  (рис. 4). Кривая зависимости потенциальной энергии от двугранного угла  $\tau_3$  имеет довольно пологую яму с минимумом для  $111,8^\circ$  (рис. 5), которому соответствует экспериментальное значение  $105,8^\circ$ .

Рассчитанные длины связей (в Å) C(1)–N(1) (1,343), C(3)–C(8) (1,474), C(11)–N(2) (1,510), в молекуле ФБП хорошо согласуются с экспериментальными величинами 1,331, 1,485, 1,488. Теоретические валентные углы (в градусах) C(2)–C(3)–C(8) (121,1), C(7)–C(8)–C(3) (121,6), C(6)–N(2)–C(11) (120,0), N(2)–C(11)–C(12) (113,0) также находятся в близком согласии с экспериментальными величинами 120,7, 120,0, 120,4, 112,5.

Форма молекул ФБП может быть охарактеризована отношениями  $I_1/I_3$  и  $I_2/I_3$  главных значений тензора момента инерции. Их величины 0,13 и 0,95 соответствуют дископодобной анизотропной форме молекул.

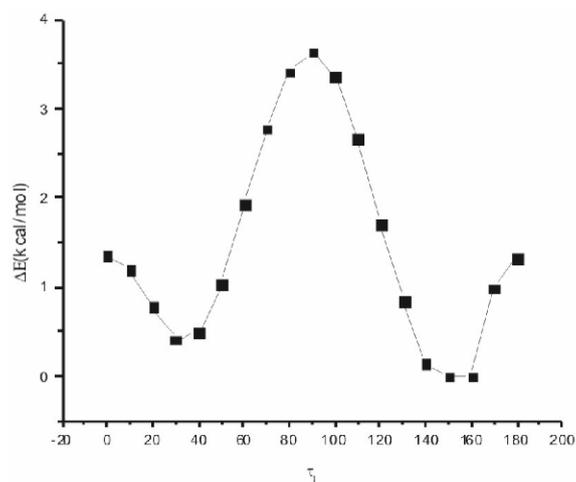


Рис. 3. Изменение энергии в зависимости от двугранного угла  $\tau_1$

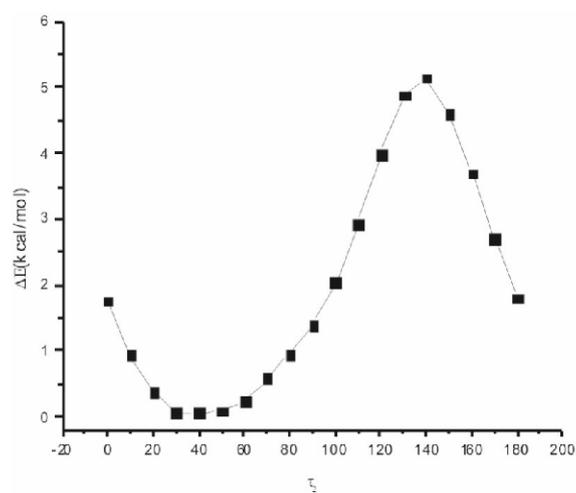


Рис. 4. Изменение энергии в зависимости от двугранного угла  $\tau_2$

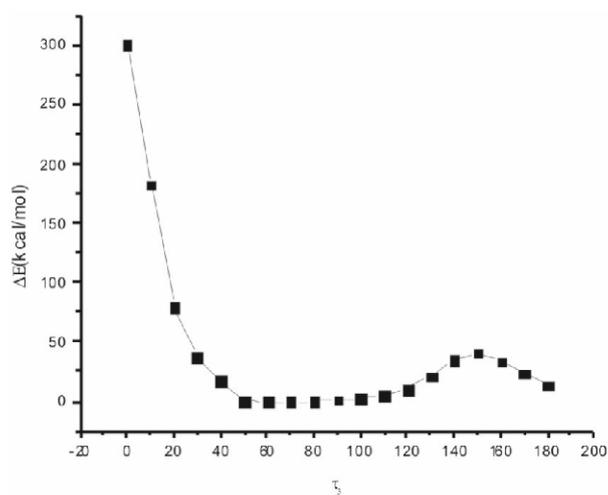


Рис. 5. Изменение энергии в зависимости от двугранного угла  $\tau_3$

Для того чтобы оценить взаимодействия между виологенами и различными активными веществами, такими как лекарства, пестициды, парфюмерные вещества, мы рассчитали пространственное распределение электронной плотности для ядра и концевых групп. Из наших расчетов следует, что изученная молекула ФБП включает полярные C–N связи с зарядами на атомах Хиршфильда (в атомных единицах) на атомах N(1) (-0,12), N(2) (0,06). Молекула ФБП содержит полярные связи C=O с зарядами на атомах O(1) (-0,19) и C(18) (0,12). Другие атомы молекулы ФБП имеют заряды меньше, чем 0,1.

Дипольные моменты могут быть использованы для характеристики структуры молекул. Рассчитанный в газовой фазе дипольный момент молекулы ФБП равен 6,64 Д. Итак, молекула ФБП имеет заметный дипольный момент, который может быть приписан катионной форме ее существования.

Липофильность является очень важным молекулярным дескриптором, который коррелирует с биологической активностью химических соединений. Логарифм коэффициента участия ( $\log P$ ) характеризует растворимость в воде. Липофильность может быть оценена с помощью  $\log P$ , который показывает распределение между неполярными и полярными связями. В данной работе мы рассчитали  $\log P$  для молекулы ФБП и получили величину -3,92. Учет контранионов  $\text{PF}_6^-$  приводит к величине -2,27. Итак, молекула ФБП имеет отрицательную величину  $\log P$  и является гидрофобной. Гидрофобность ФБП определяет геометрию и форму молекулы в воде.

ИК спектр был рассчитан для наиболее стабильной конформации молекулы ФБП (рис. 6). Квантово-химические расчеты могут быть использованы для интерпретации спектров дендримеров. Отнесение полос выполнено на основе рассчитанного распределения потенциальной энергии (РПЭ).

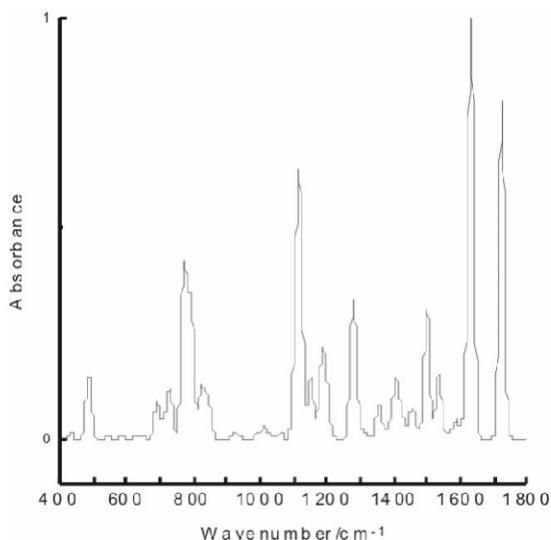


Рис. 6. Теоретический ИК спектр ФБП

Сильная полоса  $1722\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре молекулы ФБП обусловлена валентными колебаниями C=O групп. Сильные полосы  $1630$ ,  $1536$  и  $1498\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре молекулы ФБП относятся к  $\text{C}\text{C}_{\text{ar}}$  растяжению и CCH деформационным колебаниям ароматического кольца. Довольно слабая полоса  $1454\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре молекулы ФБП связана с  $\text{CH}_2$  деформационными колебаниями. Слабая полоса  $1413\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре отнесена к  $\text{C}\text{C}_{\text{ar}}$  растяжению и CCH деформациям. Слабая полоса  $1355\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре ФБП связана с антисимметричными деформационными колебаниями  $\text{CH}_3$  групп.

Очень сильные и сложные полосы в ИК спектре ФБП  $1189$ ,  $1152$  и  $1116\text{ см}^{-1}$  относятся к C–C растяжению и CCH деформации. Сильная полоса  $771\text{ см}^{-1}$  в ИК

спектре ФБП отнесена к C–N валентным колебаниям. Полоса средней интенсивности  $795\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре ФБП относится к внеплоским колебаниям связей СН. Полоса  $692\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре ФБП включает вклад от ССС, ССН и ОСС деформаций. Полоса  $486\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре относится к ССС деформации.

Таким образом, конформационный анализ молекулы ФБП, представляющей структурную единицу виологенных дендримеров, обнаружил высокую гибкость молекулы относительно трех двугранных углов, которые определяют форму дендримера.

### Список литературы

1. Sliwa W., Bachowska B., Girek T., Viologens as component of supra-molecular structures. *Curr. Org. Chem.*, 2007, V. 11. – P. 497-513.
2. Marchioni F., Venturi M., Credi A., Balzani V., Belohradsky M., Elizarov A.M., Tseng H.R., Stoddart J.F., Polyvalent scaffolds. Counting the number of seats available for eosin guest molecules in viologen-based host dendrimers. *J. Am. Chem. Soc.* 2004, V 126, № 2. – P. 568-573.
3. Katir N., Majoral J.P., Kadib A.E., Caminade A.M., Bousmina M., Molecular and macromolecular engineering with viologens as building blocks: rational design of phosphorus-viologen dendritic structures. *Eur. J. Org. Chem.*, 2012, V 604, № 2. – P. 269-273.
4. Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. Generalized gradient approximation made simple // *Physical Review Letters*, 1996, № 18. – P. 3865-3868.
5. Laikov D.N., Ustynyuk Yu.A., PRIRODA-04: a quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing // *Russian Chemical Bulletin, International Edition*, 2005, № 3. – P. 820-826.

Furer V.L. – doctor of chemical sciences, professor

E-mail: [furer@kgasu.ru](mailto:furer@kgasu.ru)

Panteleeva T.A. – candidate of mathematical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Geometric structure of 1-(4-formylbenzyl)-4,4'-bipyridinium

#### Resume

The structural optimization and normal mode analysis were performed for molecule of 1-(4-formylbenzyl)-4,4'-bipyridinium (FBP) on the basis of the density functional theory (DFT). The calculated geometrical parameters and harmonic vibrational frequencies are predicted in a good agreement with the experimental data. IR spectrum of FBP was interpreted by means of potential energy distribution. Conformational analysis of FBP molecule which represents the structural unit of viologen dendrimers based on X-ray data and quantum-chemical calculations by DFT method, revealed high flexibility of molecule relatively three dihedral angles that define the form of molecule. The theoretical dihedral angle between the two pyridine moieties of FBP  $31,0^\circ$  is in good agreement with experimental value  $23,3^\circ$ . The theoretical dihedral angle between the methylene and the pyridine is equal to  $92,3^\circ$  and is higher than the experimental value  $53,8^\circ$ . The calculated dihedral angle between the methylene and the phenyl group  $77,4^\circ$  is in good consent with experiment  $62,1^\circ$ . The optimization of isolated FBP molecule without counter ions does not lead to significant changes of dihedral angles, thus the molecular conformation does not depend from interactions with counter ions.

**Keywords:** viologen-phosphorus dendrimers, IR spectra, density functional theory.

УДК 691.175.3

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Пискунов А.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: a.piskunov52@mail.ru

Гиздатуллин А.Р. – аспирант

E-mail: antonchiks@mail.ru

Куклин А.Н. – аспирант

E-mail: labmost@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Сцепление полимеркомпозитной арматуры с цементным бетоном

#### Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований сцепления цементного бетона различного класса с полимеркомпозитной арматурой (ПКА) стекло- и бальтопластиковой, имеющей разный тип поверхностного рельефа стержней, образуемого навивкой на них тонкого жгута, пропитанного связующим, или «опесчаниванием». Параллельно испытаны на вырыв из бетона образцы стальной арматуры периодического профиля А400 и гладкой А240. Установлена доминирующая роль адгезии цементного бетона к поверхности эпоксидного покрытия ПКА и незначительная – спиральной навивки и «опесчанивания».

**Ключевые слова:** полимеркомпозитная арматура, стальная арматура, прочность сцепления с бетоном, характер вырыва из бетона.

В последние годы, наряду с традиционной стальной арматурой, на строительном рынке все большее внимание привлекает полимеркомпозитная арматура (ПКА), изготовленная из базальтовых, стеклянных или углеродных волокон и полимерных связующих на основе эпоксидных и (реже) винил-эфирных смол. Арматурные стержни производятся методом пултрузии – протяжкой ровинга, пропитанного жидким связующим, через фильеру круглого сечения с одновременной обмоткой сформированного стержня по спирали тонким жгутом или покрытием кварцевым песком. Второй метод – нидлтрузия – бесфильерный, при котором формирование круглого стержня из собранных в пучок пропитанных прядей ровинга осуществляется винтовой обмоткой его двумя такими же прядями при непрерывной протяжке стержня с заданной скоростью. ПКА по структуре и свойствам относится к волокнистым высокоориентированным полимерным композиционным материалам (ПКМ), высокая прочность которых на растяжение обусловлена прочностью неорганических (силикатных, углеродных) параллельно ориентированных волокон, прочно связанных в монолит полимерной матрицей. Высокая адгезия и «податливость» последней обеспечивает их совместную работу под нагрузкой, воспринимает сдвигающие напряжения и при этом придает свойственные только органическим полимерам конструкционные недостатки: низкий модуль упругости, ползучесть при нагружении (обусловленную вынужденно-эластическими деформациями связующего), низкую длительную прочность, высокую чувствительность механических свойств к температуре и более высокий, чем у бетона и стали, коэффициент температурного расширения (сжатия), низкую теплостойкость.

Благодаря высокой прочности на растяжение (более чем в 3 раза превосходящей прочность стальной) и химической стойкости (не требующей защиты от коррозии) ПКА активно внедряется в строительный рынок России, однако отсутствие отечественной нормативной базы и достаточного опыта реального применения в несущих бетонных конструкциях сдерживает ее применение в последних. Единственное упоминание о ней имеется в действующих нормах в пп. 6.10 и 8.13 ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии» [1]; СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» [2] допускает применение композитной

арматуры. Однако, до сих пор отсутствуют методики расчета и проектирования бетонных конструкций, армированных ПКА, в которых бы учитывались ее низкие модуль упругости, теплостойкость и длительная прочность, обусловленные спецификой свойств полимерного связующего. Нужны широкие экспериментальные исследования механического поведения как самой арматуры при длительном нагружении (оценка длительной прочности, ползучести, релаксации напряжений) в нормальных условиях эксплуатации, а также при повышенных и циклических температурных воздействиях, так и бетонных конструкций, армированных ПКА. Необходимо создавать банк экспериментальных данных для расчета и проектирования конструкций и начать, очевидно, нужно с оценки сцепления ПКА с цементным бетоном, как первого условия их совместной работы.

К тому же, при армировании бетона ПКА следует учитывать ее ярко выраженную структурную анизотропность, а отсюда разную прочность при растяжении, сжатии, сдвиге. Указанный комплекс экспериментальных исследований от сцепления ПКА с бетоном до прочности, жесткости и трещиностойкости армированных ею конструкций необходим не только для конструкторов и проектировщиков. Эти данные нужны и самим производителям ПКА для совершенствовании ее технологии и оптимизации поверхностного профиля, разнообразие которого объясняется, с одной стороны, повторением периодического профиля стальной арматуры, с другой – иной, относительно простой, технологией его формирования (винтовой навивкой пропитанной нитью или тонким ровингом), с третьей – стремлением запатентовать технологические нюансы профилирования.

Ниже представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на определение прочности сцепления различных видов ПКА (с разным видом профилирования поверхности) при вырыве из цементного бетона разных классов по прочности.

В настоящее время для оценки сцепления арматуры с бетоном используется метод выдергивания стержней из бетонных кубов [3], либо балочный метод [4], по которому испытывают специальные балки на изгиб.

Определение прочности сцепления арматурных стержней с бетоном нами проводилось в соответствии с [3] по формуле:

$$\tau = \frac{F}{C_b \cdot l}, \quad (1)$$

где  $\tau$  – среднее напряжение сцепления,  $F$  – растягивающая нагрузка,  $C_b$  – эквивалентная окружность стержня из ПКА,  $l$  – длина заделки.

Проведены испытания на вырыв из бетонных цилиндров образцов ПКА номинальным диаметром 8 мм по ТУ различных производителей (по пять образцов каждого типа (табл. 1). Ребристые профили различались одинарной или двухзаходной винтовой навивкой, пропитанной жгутом из стеклянных или базальтовых волокон. Кроме того, испытывались «опесчаненные» стержни (№ 5), шероховатая поверхность которых образована «втопленными» в поверхность стержня при формовании зернами кварцевого песка (подобно абразивной бумаге).

Кроме того, для оценки роли поверхностного профилирования (шероховатости) проводились испытания образцов после предварительного удаления навивки и песка с поверхности стержней ПКА.

Для сравнения испытывалась на вырыв стальная горячекатаная арматура Ø8 мм по ГОСТ 5781-82 [5]: периодического профиля класса А-400, гладкая класса А-240 и она же, покрытая эпоксидным связующим.

Для каждой серии испытаний изготавливались бетонные смеси класса В12.5; В22.5; В 35; В 40. Формование каждой серии образцов выполнялось в полиэтиленовых формах-цилиндрах Ø 110 мм высотой 100 мм. Стержни арматуры устанавливались вертикально по оси в формы вместе с укладкой бетонной смеси и ее последующим виброуплотнением. Контрольные испытания прочности бетона проводились в соответствии с ГОСТ 10180-90 [6].

Таблица 1

## Параметры испытываемых образцов арматуры

№ арм.	Тип основного волокна	Тип профиля навивки	Диаметр норм., мм	Диаметр стержня факт., мм	Сечение стержня	Фото образцов
1	2	3	4	5	6	7
1	стекловолокно	одинарная навивка базальтовым волокном (угол 50°)	8,0	6,2-6,5		
2	базальтовое волокно	одинарная навивка базальтовым волокном с «обжатием» стержня (угол 55°)	8,0	7-8,6		
3	стекловолокно	двойная навивка стекловолокном (угол 45°)	7,0	6,2		
4	стекловолокно	одинарная навивка стекловолокном (угол 80°)	7,0	6,8-7,2		
5	базальтовое волокно	без обмотки (опесчанена)	8,0	8,0		
6	Сталь А 400	сталь периодического профиля	8,0	8,0		
7	Сталь А 240	без профиля (гладкая)	8,0	7,5		
8	Сталь А 240 + эпоксидное покрытие	без профиля (гладкая) с эпоксидным покрытием	8,0	7,5		

Механическое нагружение проводилось со скоростью движения захватов разрывной машины 20 мм/мин. Захват цилиндра с образцом осуществлялся с помощью стальной обоймы, закрепляемой на траверсе разрывной машины (рис. 1), другой конец стержня ПКА захватывался губками разрывной машины через медные прокладки.

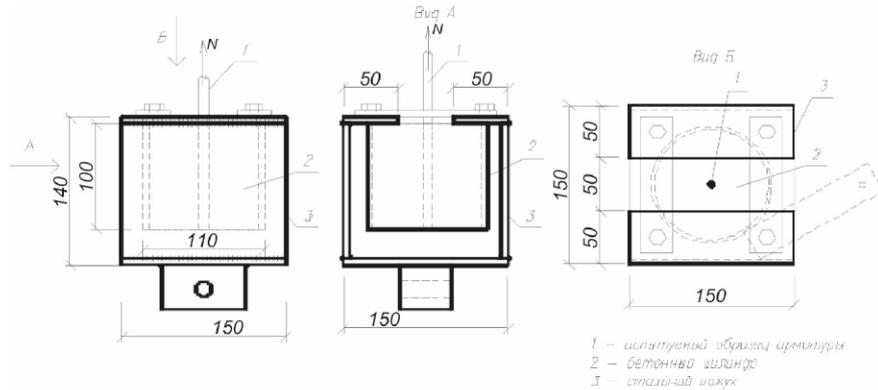


Рис. 1. Схема захвата испытуемого образца

Средние значения величины сцепления после обработки результатов для каждой партии из пяти образцов приведены в табл. 2, на рисунках 2, 3.

Таблица 2

**Величина сцепления ( $\tau$ , кгс/см<sup>2</sup>) арматурных стержней с бетоном различных классов**

Класс бетона	Тип арматуры согласно табл. 1.							
	1 (АСП-8)	2 (АБП-8)	3 (АСП-8)	4 (АСП-8)	5 (АБП-8)	6 (А 400)	7 (А 240)	8 (А240+ эп)
В 12.5	63,3	61,6	68,4	50,5	52,4	59,1		
В 22.5	85,7	84,5	80,7	66,9	67,8	82,8		
В 22.5*	86,6	85,25	84,3	71,7	59,2		41,3	53,3
В 35	125,8	105,71	124,4	100,2	101,2	125,7		
В 35*	122,4	104,6	127,5	103,2	98,1		55,6	77,8
В 40	128,3	118,4	130,9	119,7	107,6	129,8		
В 40*	126,3	117,1	137,2	113,4	126,3		61,8	96,8

\* Образцы ПКА без навивки и опесчанивания, стальная арматура А-240.

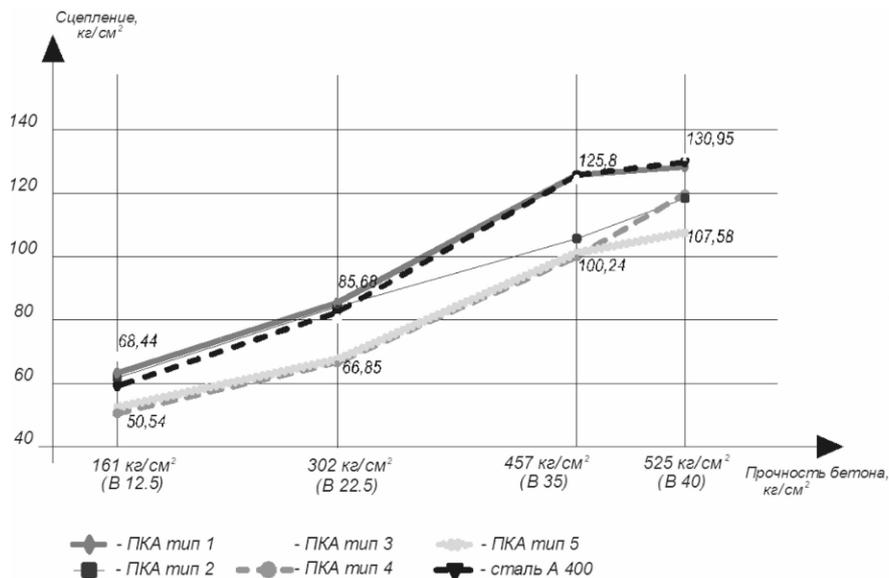


Рис. 2. Прочность сцепления различных типов ПКА и стали с бетоном различной прочности

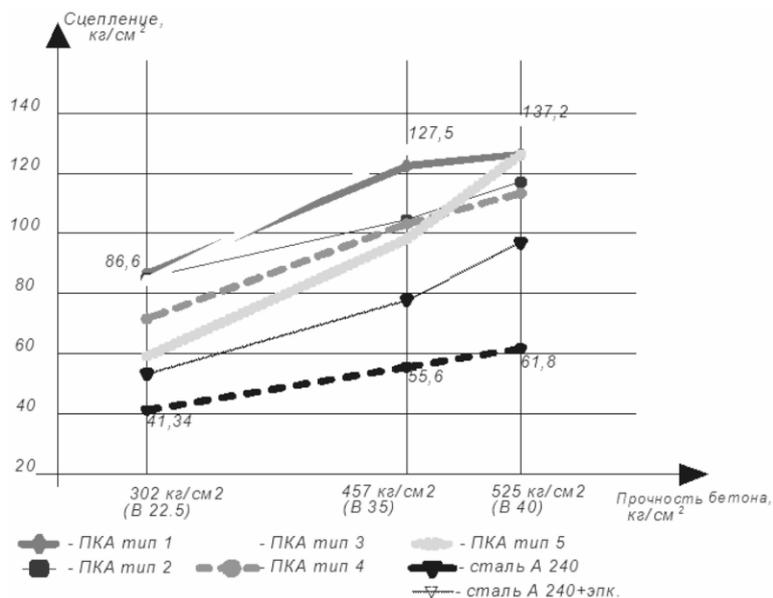


Рис. 3. Прочность сцепления образцов ПКА без навивки и опесчанивания с бетоном различной прочности

Установлен следующий характер разрушения при вырыве арматурных стержней из бетона:

- вырыв арматурных стержней всех типов (кроме типа № 8) из бетонов всех классов происходит по граничному с арматурой слою бетона, то есть носит когезионный характер и потому ограничивается прочностью бетона на сдвиг, возрастающей с увеличением его класса. Из характера разрушения бетона при вырыве арматурных стержней следует, что сцепление бетона с поверхностью ПКА и стали выше когезионной прочности бетона в граничной зоне;

- вырыв стержней ПКА с наклеенной на цилиндрический стержень винтовой навивкой (№ 1-4) происходит в результате ее сдвигового отрыва (среза) от «тела» стержня при испытании образцов бетона класса В 22.5 и выше, причем разрушение происходит в 2 стадии: вначале при максимальной нагрузке вырыва происходит деформационное смещение стержня с отслоением нижних витков навивки, происходящее ввиду недостаточной прочности их склейки со стержнем ПКА. Количество одновременно отслоившихся витков для различных типов ПКА различно, но их число возрастает с увеличением прочности бетона. На второй стадии при нагрузке 40-50 % от максимальной происходит «плавное» выдергивание стержня из бетонного цилиндра;

- вырыв стержней ПКА с предварительно удаленной навивкой происходит равномерно (с постоянной скоростью) после достижения определенной для каждого образца максимальной нагрузки. При этом усилие вырыва мало отличается от такового в стержнях с винтовой навивкой;

- вырыв стержней ПКА с навивкой (№ 1-4) из малопрочного бетона класса В 12.5 происходит равномерно без срыва навивки при достижении определенной нагрузки;

- в ходе исследований установлено, что образцы № 2 (с частично «втопленной» навивкой в стержень) выдергиваются из бетонного образца без разрушения навивки и ее отслоения от стержня. По характеру разрушения бетона при вырыве ПКА № 2 близка к стальной арматуре периодического профиля;

- из сравнения усилий вырыва ПКА № 1, 3, 4 следует, что уменьшение шага навивки и увеличение ее угла к оси стержня снижает усилие вырыва из бетона всех классов, т.к. адгезия цементного камня к «эпоксидной поверхности» стержня выше прочности на сдвиг навивки;

- при выдергивании из бетона опесчаненных образцов (тип № 5) разрушение происходит в зоне контакта: и по бетону, и по слою крупного песка на поверхности ПКА, вследствие среза его крупных зерен. Усилие вырыва стержней после удаления песчаной посыпки превосходит первоначальные у исходных образцов ПКА № 5;

- в результате испытаний образцов гладкой арматуры А-240, покрытой эпоксидным связующим (тип № 8), установлено, что величины ее сцепления с бетоном превышают значения сцепления стальной арматуры (тип № 7) при выдергивании из образцов аналогичного класса бетона на 30-50 %. Данный факт свидетельствует о приоритетной роли сцепления бетона с поверхностью эпоксидного полимера. Меньшие показатели сцепления у образцов № 8, по сравнению с образцами ПКА, обусловлены частичным отслоением эпоксидного покрытия от поверхности стального стержня в процессе вырыва из бетона.

#### Выводы:

1. Сцепление ПКА с бетоном обеспечивается за счет адгезии цементного камня с эпоксидным покрытием, а не механическим зацеплением витков в бетонной матрице, в отличие от профилированной металлической арматуры. Устройство винтового (периодического) профиля ПКА путем наклейки пропитанного связующим жгута из базальтовых и стеклянных волокон нецелесообразно, поскольку эта навивка срезается с поверхности стержня при вырыве, а адгезия бетона к эпоксидному покрытию превосходит когезионную прочность бетона и достаточна для анкеровки ПКА в нем.

2. При анализе результатов испытаний установлено, что более целесообразным является профилирование самого стержня ПКА (аналогично типу № 2) путем его «обжатия» тонким жгутом с шагом 1-2 диаметра стержня. Это увеличивает удельную площадь контакта с бетоном, улучшает условия совместной работы ПКА с бетоном под нагрузкой, что позволит полнее реализовать прочностные свойства ПКА при работе в несущей конструкции.

3. Для полной реализации прочностных свойств ПКА целесообразно ее использовать в высокопрочных бетонах класса В 40 и выше. Поскольку характер разрушения бетона при вырыве ПКА аналогичен таковому для стальной арматуры с периодическим профилем, то это позволяет при расчете величин анкеровки использовать методики, используемые для расчета анкеровки стальной арматуры периодического профиля.

#### Список литературы

1. ГОСТ 31384-2008. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. – М., 2008. – 44 с.
2. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М., 2004. – 53 с.
3. ACI 440.3R-04 Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures, 2004. – 40 p.
4. RILEM/CEB/FIP Recommendations RC5: Bond test for reinforcing steel, 1. Beam Test, 1978.
5. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. – М., 1994. – 14 с.
6. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М., 1991. – 31 с.
7. Семченко А.С., Мешков В.З. и др. Особенности сцепления с бетоном стержневой арматуры различных профилей. // БСТ Экспертиза, 2008, № 8. – 5 с.
8. Климов Ю.А., Солдатченко О.С., Орешкин Д.А. Экспериментальные исследования сцепления композитной неметаллической арматуры с бетоном. – Киев, 2010.

**Khozin V.G.** – doctor of technical science, professor

E-mail: khozin@kgasu.ru

**Piskunov A.A.** – doctor of technical science, professor

E-mail: a.piskunov52@mail.ru

**Gizdatullin A.R.** – post-graduate student

E-mail: antonchiks@mail.ru

**Kuklin A.N.** – post-graduate student

E-mail: labmost@kgasu.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Adhesion fiber-reinforced polymer bars with cement concrete

#### Resume

The article contains results of the tests on the pull-out of various strength concrete with samples FRP bars. Were applied FRP samples from different manufacturers having different winding parameters and covered with sand. To compare the results of the test performed as pull-out samples of steel reinforcement of class A-400, A-240 (smooth), and the smooth, coated with epoxy. All tests were performed by pulling out samples of concrete cylinders.

Revealed an increase the parameters of the adhesion to concrete FRP bars by increasing its strength. Revealed the dominant role of adhesion cement concrete to the surface epoxy FRP and insignificant – spiral wound and covered with sand. Recommended type of profile, allowing more fully use the properties of FRP bars in concrete structures.

Established that it is more expedient profiling rod itself FRP (similar type number 2) by its «compression» of small-tow in steps 1,2 diameter rod. It increases the specific area of contact with the concrete, improves collaboration FRP with concrete under load, enabling it to fully realize the strength properties of the FRP at work in the structure.

**Keywords:** fiber-reinforced polymer bars, steel reinforcement, adhesion to concrete, the nature of the tear-out of the concrete.

#### References

1. GOST 31384-2008. Protection of concrete and reinforced concrete structures from corrosion. – M., 2008. – 44 p.
2. SNiP 52-01-2003. Concrete and reinforced concrete structures without prestressing reinforcement. – M., 2004. – 53 p.
3. ACI 440.3R-04 Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures, 2004. – 40 p.
4. RILEM/CEB/FIP Recommendations RC5: Bond test for reinforcing steel, 1. Beam Test, 1978.
5. GOST 5781-82. Hot-rolled steel for reinforcement. Technical conditions. – M., 1994. – 14 p.
6. GOST 10180-90. Concrete. Methods for determining the strength of control samples. – M., 1991. – 31 p.
7. Semchenko A.S., Meshkov V.Z. etc. Features of adhesion to concrete reinforcement with different profiles. //BST Expertiza, 2008, № 8, – 5 p.
8. Klimov Y.A., Soldatchenko O.S., Oreshkin D.A. Experimental investigations adhesion non-metallic composite bars to concrete. – Kiev, 2010.

УДК 666.972.16

Хузин А.Ф. – аспирант

E-mail: airat-khuzin2010@yandex.ru

Габидуллин М.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: gabmah@mail.ru

Бадертдинов И.Р. – ассистент

Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Абрамов Ф.П. – заместитель директора

Юмакулов Р.Э. – генеральный директор

E-mail: fbt@inbox.ru

ООО «РЕСУРС+»

Адрес организации: 420005, Россия, г. Казань, ул. Победилловская 3-я, д. 3а

Низембаев А.Ш. – директор

E-mail: zavodmetrostroy@mail.ru

Перепелица Е.М. – заведующий лабораторией

МУП «Казметрострой»

Адрес организации: 420202, Россия, г. Казань, ул. Коротченко, д. 4

### Комплексные добавки на основе углеродных нанотрубок для высокопрочных бетонов ускоренного твердения

#### Аннотация

Разработан эффективный состав комплексной добавки, модифицированный микродозами (0,0005 % от расхода цемента) углеродных нанотрубок.

Представлены результаты сравнительных испытаний различных добавок, структурированных углеродными нанотрубками на физико-механические характеристики цементного камня, раствора и высокопрочного бетона. Установлено, что введение разработанной комплексной добавки, модифицированной углеродными нанотрубками, позволяет ускорить кинетику набора прочности высокопрочного бетона класса В45 в 2 раза, повысить марку по морозостойкости и водонепроницаемости, а также дает потенциальную возможность снижения расхода цемента на 28 %.

**Ключевые слова:** цементный камень, бетон, прочность, углеродные нанотрубки, комплексная добавка.

Рост объема производства товарного бетона, а также повышение требований к качеству строительных материалов влекут за собой рост потребления как материальных (цемента и воды), так и энергоресурсов (электричества и пара). Также актуальным становится вопрос сокращения сроков строительного производства.

В этой связи многими материаловедами ведутся исследования по разработке новых эффективных добавок, структурированных различными наночастицами, позволяющих ускорять набор прочности композиционных материалов и повышать его марку [1-3]. Однако стоимость частиц, имеющих наноразмерные характеристики, сравнительно высока и зависит как от сложности получения, так и от объемов производства.

Рядом исследователей отмечена перспективность применения углеродных наночастиц (фуллеренов и нанотрубок) в качестве модификатора цементных композитов, обусловленная их уникальными физико-механическими характеристиками, а также наличием их промышленного производства как за рубежом, так и в России [4, 5].

Ввиду высокой склонности углеродных нанотрубок (далее УНТ) к агрегации, углеродные нанотрубки диспергируют в среде, находящейся под ультразвуковым воздействием, позволяющим увеличивать удельную поверхность агломератов более чем в 20 раз [6].

В данной работе представлены результаты исследования влияния углеродных нанотрубок на физико-механические характеристики пластифицированного цементного камня и бетона.

Материалы, использованные в исследованиях:

в качестве вяжущего в исследованиях применялись цементы 3 заводов производителей:

- портландцемент марки ПЦ 500-ДО-Н ГОСТ 10178-85 ОАО «Вольскцемент», Саратовская обл., г. Вольск;
- портландцемент марки ПЦ 500-ДО-Б ГОСТ 10178-85 ОАО «Мордовцемент», Республика Мордовия, пгт. Комсомольский;
- портландцемент марки ПЦ 500-ДО-Н ГОСТ 10178-85 ЗАО «Осколцемент»;
- щебень фракции 5-20 марки по прочности (дробимости) «1200» из плотных габбро-диоритовых горных пород для строительных работ по ГОСТ 8267-93 (Челябинская область, Саткинский р-н, р.п. Бердяуш);
- песок, обогащенный средний с модулем крупности 2,5 по ГОСТ 8736-93 (ПО «Нерудматериалы», г. Казань).

В исследованиях использовались следующие виды модификаторов:

1. Добавка для бетонов и строительных растворов суперпластификатор «Полипласт СП-1» по ТУ 5870-005-58042865-05 (в форме порошка) (для контрольных составов);
2. Комплексная добавка, ускоряющая твердение бетона и строительного раствора «КДУ-1» по ТУ 5745-002-89182778-2012;
3. Добавка для бетонов и строительных растворов Viscocrete 20 HE производства фирмы Sika;
4. Углеродные нанотрубки «Graphistrength C 100» производства фирмы «Аркема» (Франция).

Результаты влияния различных добавок, структурированных углеродными нанотрубками, на кинетику набора прочности цементного камня приведен в таблице 1.

Таблица 1

Кинетика набора прочности модифицированного цементного камня

Состав	Добавка	УНТ	В/Ц	Плотность гр/см <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа			
					1 сутки	3 суток	7 суток	28 суток
1	-	-	0,28	2,178	44,07	76,38	82,5	98,3
2	СП-1 = 1 %	-	0,22	2,198	49,28	77,19	89,32	96,84
3	СП-1 = 1 %	0,0005 %	0,23	2,242	56,81	92,91	100,27	115,89
4	Sika Viscocrete 20 HE = 1 %	-	0,24	2,308	57,23	91,92	93,34	99,37
5	Sika Viscocrete 20 HE = 1 %	0,0005 %	0,24	2,236	60,34	108,48	115,54	138,62
6	КДУ=1,6 %	-	0,23	2,236	60,04	103,76	114,19	156,63
7	КДУ=1,6 %	0,0005 %	0,23	2,294	72,79	115,34	126,71	170,91

Анализ результатов, представленных в таблице 1, показывает, что введение многослойных углеродных нанотрубок «Graphistrength» в состав модифицирующих добавок позволяет увеличивать прочность цементного камня на сжатие на 30-65 % (в возрасте 1 суток) и 20-75 % (в возрасте 28 суток).

Конечной целью исследований являлась разработка оптимальных составов экономичного бетона класса В45 при расходе цемента не более 360-380 кг/м<sup>3</sup> при сохранении водонепроницаемости более W10 и морозостойкости более F300, а также разработать применительно к новым составам технологию получения ранней распалубочной прочности железобетонных изделий (более 15 МПа) в течение не более 8 часов при сохранении проектных показателей бетона. Областью использования разрабатываемых составов бетона являются железобетонные блоки обделки перегонных тоннелей Казанского метрополитена, получаемые из высокопрочного (В45) и водонепроницаемого (W>10) бетона. Углеродные нанотрубки вводились в состав бетонной смеси в количестве 0,0005 % от расхода цемента.

Таблица 2

## Кинетика набора прочности бетона

№	Цемент, кг	Песок, кг	Щебень, кг	Добавка КДУ-1, %	УНТ, %	Прочность образцов, МПа			
						8 часов	3 суток	7 суток	28 суток
1	355	865	1120	1,6	-	15,1	29,2	33,3	49,7
2	355	865	1120	1,6	0,0005	28,2	54,4	59,7	68,4

На базе лаборатории завода ЖБИ «Казметрострой» были проведены исследования эффективности применения комплексной добавки КДУ-1, структурированной углеродными нанотрубками, как модификатора твердения бетона следующих составов, представленных в таблице 3.

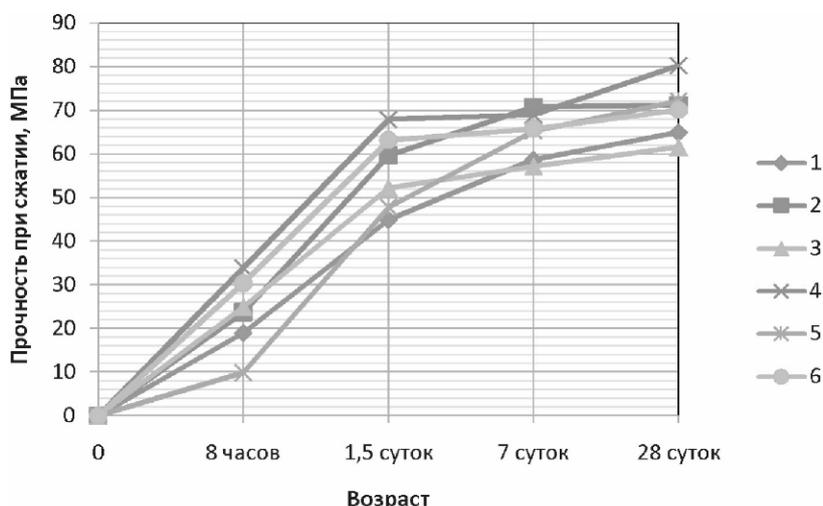
Таблица 3

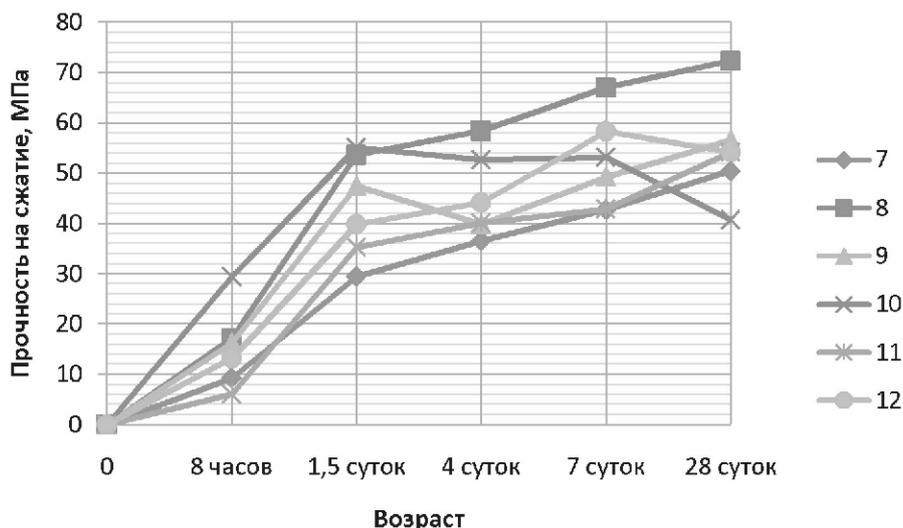
## Расход материалов на кубометр бетонной смеси

Производитель цемента	Цемент, кг	Песок, кг	Щебень, кг	Добавка	УНТ, %
1. «Осколцемент»	490	685	1200	СП-1	-
2. «Осколцемент»	490	685	1200	КДУ-1	0,0005
3. «Вольскцемент»	490	685	1200	СП-1	-
4. «Вольскцемент»	490	685	1200	КДУ-1	0,0005
5. «Мордовцемент»	490	685	1200	СП-1	-
6. «Мордовцемент»	490	685	1200	КДУ-1	0,0005
7. «Осколцемент»	355	795	1190	СП-1	-
8. «Осколцемент»	355	795	1190	КДУ-1	0,0005
9. «Вольскцемент»	355	795	1190	СП-1	-
10. «Вольскцемент»	355	795	1190	КДУ-1	0,0005
11. «Мордовцемент»	355	795	1190	СП-1	-
12. «Мордовцемент»	355	795	1190	КДУ-1	0,0005

Исследования влияния разработанной добавки на кинетику набора прочности бетона класса В45 проводились в соответствии с ГОСТ 10180-90. Исследовались составы с расходом цемента 490 и 355 кг/м<sup>3</sup>.

Результаты серии испытаний составов, указанных в таблице 3, представлены в графическом виде на рис. 1 и 2.

Рис. 1. Кинетика набора прочности составов бетона с расходом цемента 490 кг/м<sup>3</sup>

Рис. 2. Кинетика набора прочности составов бетона с расходом цемента 355 кг/м<sup>3</sup>

Анализ результатов показывает, что при расходе цемента 490 кг/м<sup>3</sup> наилучшие результаты зафиксированы на составе с разрабатываемой добавкой и цементном фирмы «Вольскцемент». При этом прочность бетона в ранние сроки твердения (8 часов) на 36 % превышает показатели контрольного состава на том же цементе.

При снижении расхода цемента до 350 кг/м<sup>3</sup> к 8 часам распалубочную прочность набирают лишь 2 состава бетона и оба они модифицированы добавкой КДУ-1, модифицированной углеродными нанотрубками. Рассматривая в дальнейшем кинетику твердения бетона на данных составах, видно, что наилучшие показатели у бетона на основе цемента производства ЗАО «Осколцемент». Марочную прочность бетон на данном составе достигает на 4 сутки твердения и составляет 58,4 МПа. Прочность же на 28 сутки твердения достигает значения 72,3 МПа, что выше прочности контрольного состава на 43 %.

Испытания на изгиб проводились в соответствии с ГОСТ 10180-90. С целью испытания были изготовлены по 2 стандартных образца-балки с размерами сторон 10x10x40 см. Все образцы испытаны в возрасте 28 суток твердения. Условия твердения аналогичны тем, которые были при твердении образцов на сжатие. Результаты испытания приведены в таблице 4.

Таблица 4

## Результаты испытания образцов-балочек на изгиб

Состав	Производитель цемента	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>					Прочность при изгибе, МПа	
		Цемент	Песок	Щебень	СП-1	КДУ-1, %		УНТ, %
1	«Осколцемент»	355	795	1190	6,4	-	-	3,72
2	«Осколцемент»	355	795	1190	-	1,6	0,0005	6,08
3	«Мордовцемент»	355	795	1190	6,4	-	-	5,277
4	«Мордовцемент»	355	795	1190	-	1,6	0,0005	5,862
5	«Вольскцемент»	355	795	1190	6,4	-	-	5,15
6	«Вольскцемент»	355	795	1190	-	1,6	0,0005	5,949
7	«Осколцемент»	490	685	1200	9	-	-	6,381
8	«Осколцемент»	490	685	1219	-	1,6	0,0005	7,113
9	«Мордовцемент»	490	685	1200	9	-	-	6,159
10	«Мордовцемент»	490	685	1219	-	1,6	0,0005	6,708
11	«Вольскцемент»	490	685	1200	9	-	-	6,233
12	«Вольскцемент»	490	685	1200	-	1,6	0,0005	7,092

Анализ результатов, приведенных в таблице 4, показывает, что введение наномодифицированной добавки КДУ-1 в бетонную смесь с расходом цемента ЗАО «Осколцемент» 355 кг/м<sup>3</sup> позволяет увеличить прочность данного состава на изгиб в 28-суточном возрасте на 61 %, по сравнению с составом, модифицированным добавкой СП-1 («Полипласт»).

## Список литературы

1. Яковлев Г.И., Плеханова Т.А., Маева И.С., Макарова И.С., Фишер Г.-Б., Керене Я. Поризованные фторангидритовые композиции с нанодисперсным армированием // Материалы X Академических чтений РААСН «Достижения, проблемы и перспективные направления развития теории и практики строительного материаловедения». – Казань-Пенза, 24-29 апреля 2006. – С. 477-480.
2. Перфилов В.А., Аткина А.В., Кусмарцева О.А. Применение наноуглеродных трубок для повышения прочности пенобетонов с полимерными и базальтовыми фибровыми волокнами // Технологии бетонов, 2012, № 9/10. – С. 50-51.
3. Коротких Д.Н., Чернышов Е.М. Наноармирование структуры цементного камня кристаллами этрингита как средство повышения трещиностойкости бетонов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура, 2008, № 1. – С. 67-72.
4. Крестинин А.В. Проблемы и перспективы развития индустрии углеродных нанотрубок в России // Российские нанотехнологии, 2007, Т. 2, № 5-6. – С.18-23.
5. Королев Е.В., Баженов Ю.М., Береговой В.А. Модифицирование строительных материалов наноуглеродными трубками и фуллеренами // Строительные материалы, 2006, № 8. – С. 2-4;
6. Gabidullin M.G., Khuzin A.F., Rakhimov R.Z., Gabidullina A.N., Yakovlev G.I. Comparative estimation of influence of CNT's «Graphistrength» and «Taunit» on the properties of cement paste and high-strength concrete with strength class B45 // Нанотехнологии для экологичного и долговечного строительства. Nanotechnology for green and sustainable construction: сборник трудов IV международной конференции, 23-27 марта, 2012. – Каир, Египет. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2012. – 83 с.

**Khuzin A.F.** – post-graduate student

E-mail: [airat-khuzin2010@yandex.ru](mailto:airat-khuzin2010@yandex.ru)

**Gabidullin M.G.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: [gabmah@mail.ru](mailto:gabmah@mail.ru)

**Badertdinov I.R.** – assistant

**Rakhimov R.Z.** – doctor of technical sciences, professor

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Abramov F.P.** – deputy director

**Yumakulov R.E.** – general director

E-mail: [fbt@inbox.ru](mailto:fbt@inbox.ru)

**LLC «RESURS +»**

The organization address: 420005, Russia, Kazan, 3rd Pobedilovskaya st., 3

**Nizembaev A.Sh.** – factory director

E-mail: [zavodmetrostroy@mail.ru](mailto:zavodmetrostroy@mail.ru)

**Perepelica E.M.** – head of laboratory

**MUE «Kazmetrostroy»**

The organization address: 420202, Russia, Kazan, Korotchenko st., 4

## Complex additives based on carbon nanotubes for rapid hardening high strength concrete

### Resume

Mail purpose of the research was to develop cost-optimal compositions of concrete class B45 in cement consumption up to 360-380 kg/m<sup>3</sup>, and to develop strength of concrete products (more than 15 MPa) for no more than 8 hours of curing. Developed area of the concrete composition are concrete blocks lining tunnels Kazan metro derived from high (B45) and waterproof (W > 10) concrete.

Analysis of the results shows that with consumption of cement 490 kg/m<sup>3</sup> the best results were recorded in the composition with developed additive. The strength of the concrete in the

early stages of hardening by 36 % more than in the control composition. By reducing the flow of cement to 350 kg/m<sup>3</sup> at 8 o'clock stripping strength gaining only 2 of concrete mix and both are modified by the KDU-1 with carbon nanotubes. Durability in a 28 day curing reach values 72,3 MPa, which is higher than the strength of the control by 43 %.

**Keywords:** cement stone, concrete, strength, carbon nanotubes, complex supplement.

### References

1. Yakovlev G.I., Plekhanov T.A., Maeva I.S., Makarov I.S., Fisher G.-B., Keren H. Porous forangidrite composition nanodispersed reinforcement // Proceedings of the X Academic readings RAASN «Achievements, problems and prospects for development of the theory and practice of building materials». – Kazan.-Penza, April 24-29, 2006. – P. 477-480.
2. Perfilov V.A., Atkin A., Kusmartseva O. Application of carbon nanotubes to increase the strength of foam concrete with polymer and basalt fiber // Technology of concrete, 2012, № 9/10. – P. 50-51.
3. Korotkyh D.N., Chernyshov E.M. Nanoscale reinforcement of cement stone structure with ettringite crystals have enhanced fracture toughness of concrete // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Construction and Architecture, 2008, № 1. – P. 67-72.
4. Krestinin A.V. Problems and prospects of development of the industry of carbon nanotubes in Russia // Russian Nanotechnologies, 2007, Volume 2, № 5-6. – P. 18-23.
5. Korolev E.V., Bazhenov Yu.M., Beregovoi V.A. Modifying the construction materials with carbon nanotubes and fullerenes // Building Materials, 2006, № 8. – P. 2-4.
6. Gabidullin M.G., Khuzin A.F., Rakhimov R.Z., Gabidullina A.N., Yakovlev G.I. Comparative estimation of influence of CNT's «Graphistrength» and «Taunit» on the properties of cement paste and high-strength concrete with strength class B45 // Nanotechnology for sustainable and durable construction. Nanotechnology for green and sustainable construction: Proceedings of the IV International Conference March 23-27, 2012. – Cairo, Egypt. – Izhevsk: Izhevsk State Technical University Publishing House, 2012. – 83 p.



УДК 338

Буркеев Д.О. – аспирант, ассистент

E-mail: burkeev@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### **Инвестиционные проблемы воспроизводства жилого фонда**

#### **Аннотация**

С развитием рыночных отношений и последующим снижением государственных инвестиций в жилищную сферу все большую актуальность приобретают вопросы привлечения частных источников финансирования строительства и реновации жилья, рационального распределения ограниченных бюджетных ресурсов.

Несмотря на то, что государственно-частное партнерство признано одним из необходимых инструментов повышения национальной, а также региональной конкурентоспособности, развитие механизмов государственно-частного партнерства в российской практике затруднено. Остается до сих пор нерешенным ряд вопросов, связанных с переходом к партнерским отношениям частных инвесторов и государства, отсутствие должного опыта такого партнерства, неразвитость законодательной и нормативной базы на всех уровнях, бюрократические препоны сдерживают внедрение государственно-частного партнерства в России, что обуславливает актуальность исследования данной проблематики.

**Ключевые слова:** жилищная сфера, инвестиции, коммунальная инфраструктура, финансирование, государственная собственность.

Наиболее острой социальной проблемой российского общества является жилищная проблема. Большая часть жилого фонда в Российской Федерации была построена до 1970 года, то есть нуждается в перестройке, замене или реконструкции в ближайшие 10-15 лет. Порядка 6 % жилых домов нуждаются в капитальном ремонте, их износ составляет более 65 %.

Статистика показывает, что более половины россиян хотят улучшить свои жилищные условия, однако лишь 5-10 % жителей страны могут себе это позволить. При этом по большей части запросы респондентов ограничиваются пожеланием обеспечения минимальных жилищных условий.

Государственная жилищная политика определяется Федеральной жилищной программой «Доступное и комфортное жилье гражданам России» – национальным проектом, старт которому был дан в 2006 году. На практике данная программа не является эффективной и в современных условиях экономической рецессии необходима ее серьезная корректировка. Государством предпринимаются попытки привести в порядок земельное законодательство, а также практику его применения, государство начинает поддерживать малоэтажное строительство, а не панельное домостроение, как это было ранее, развивается ветка государственной поддержки ипотечного кредитования, оказывается поддержка системообразующим предприятиям в инвестиционно-строительном комплексе.

Невысокие жилищные запросы большинства россиян связаны, скорее, с необходимостью, нежели с желанием роскошно жить. Многие участники опроса согласны на отдельные (пусть даже небольшие) квартиры, с элементарными удобствами и ремонтом. Существенная разница между образами идеального жилья, представленного средствами массовой информации, и представлениями обычных граждан подтверждает мысль П. Бурдые: «История и условия, в которых живет человек, будучи усвоены, «интериоризированы» им, порождают особого рода здравый смысл – постоянное полусознанное оценивание своей вероятной жизненной траектории и своих возможностей». Взрослые люди строят свои планы, при этом бессознательно руководствуются здравым смыслом и мечтают, как

правило, о достижимых для себя вещах, которые находятся в обозримом временном либо пространственном отдалении. Таким образом, социальные различия проявляются даже в мечтах и фантазиях.

В свою очередь, качество и безопасность жилищной сферы определяет благосостояние населения, структурирует и систематизирует приоритеты населения, именно состояние жилищной сферы для населения является основополагающим, влияет на ценностные ориентиры, играет важную роль в развитии личности в целом.

Качество жилья зависит от различных факторов: инфраструктуры, местоположения, благоустройства, безопасности и надежности здания, его физического и морального износа, благоустройства земельного участка, наличия парковочных мест и т.д.

С экономической точки зрения, жилищная сфера в целом привлекательна для инвесторов, является показателем благосостояния региона и страны в целом. Постоянно возрастающие требования к качеству жилья существенно увеличивают его рыночную стоимость. Так, качество жилищной сферы определяется технической составляющей. Так как жилищная сфера является совокупностью объектов жилищного, административного, культурного назначения, а также объектов инфраструктуры, то жилищная сфера представляет собой комплекс сложных архитектурных, технологических, конструктивных элементов, от состояния которых зависит уровень и качество жизни населения.

Немаловажную роль играет социальная составляющая жилищной сферы. От нее зависит возможность удовлетворения основных нужд населения и концентрация жизненно важных интересов населения.

Изменения во внутренней политике России повлекли за собой серьезные проблемы, в том числе в жилищно-коммунальном секторе. Вначале содержанием жилищного фонда занималось государство, далее управление было передано в частные руки. Таким образом, резко снизилось количество вводимого в эксплуатацию жилья, далее кризис 90-х годов понизил интерес у инвесторов. Все это в совокупности привело к резкому снижению качества жилья и увеличению аварийного и ветхого жилья в России. Также негативно сказалось на инновационном развитии данной сферы и страны в целом. Значительно сократились объемы ввода нового жилья, что, в свою очередь, негативно сказалось на процессе восстановления и воспроизводства жилой застройки в ряде регионов страны.

На сегодня вопрос капитального ремонта и реконструкции объектов и модернизации жилищного строительства является наиболее открытым и требующим незамедлительного решения.

При радикальном реформировании российской экономики была предпринята попытка решения обострившейся жилищной проблемы, предусматривающая, в частности, замену раздаточной модели функционирования жилищной сферы чисто рыночной моделью. Проще говоря, суть осуществляемой в России жилищной реформы состоит в отстранении государства от решения жилищных проблем населения, что, в свою очередь, привело к последующему проявлению несбалансированности жилищной сферы.

Во-первых, правительство России фактически самоустранилось от любых действий по поддержке финансирования жилищного строительства, перепоручив эту задачу бизнесу и населению. Однако, ни российские, ни зарубежные предприниматели и банкиры не были заинтересованы в инвестировании в жилищную сферу, а доходы большинства населения в принципе не позволяли рассматривать его в качестве реального инвестора. Таким образом, в 1991-1995 гг. объемы нового жилищного строительства, введенного в эксплуатацию, в нашей стране сократились на 33,5 %, а в государственном секторе, реализующем строительство в основном «социальных» квартир для малообеспеченных граждан, данное сокращение составило 71,6 % [1].

Во-вторых, после радикального реформирования правительство Российской Федерации практически полностью отказалось от контроля обменно-распределительных взаимодействий в жилищной сфере, данная функция полностью перешла «свободному» рынку. В результате попытки государства преодолеть структурный и абсолютный дефицит жилья рыночными средствами произошло дальнейшее обострение жилищной проблемы. Кроме того, в условиях острого дефицита ценовая эластичность предложения значительно ниже ценовой эластичности спроса. В данных условиях основные параметры свободного рынка взаимодействуют как «раскручивающаяся спираль», результатом которой является увеличение диспропорций между спросом и предложением. Применительно к вторичному рынку можно сказать, что он также не является самодостаточным средством решения жилищной проблемы. В частности, формой проявления дефицита на вторичном рынке является высокий уровень цен на различные виды жилья, такие как «элитное», «улучшенное», а также «типовое» жилье, что обуславливает его недоступность для подавляющего большинства россиян.

В-третьих, главным элементом проводимых преобразований стало реформирование системы оплаты жилья, суть которого состоит в самоустранении государства от финансирования текущих затрат по содержанию и эксплуатации жилого фонда. В результате данного преобразования затраты на эксплуатацию и содержание жилого фонда оказываются перенесенными на семейный бюджет, что в итоге явилось еще одним фактором снижения степени доступности жилья для населения.

При сохранении данной тенденции в ближайшее время следует ожидать дальнейшего ухудшения социальной ситуации в жилищной сфере. Основными ее факторами являются: общее сокращение инвестирования жилищного строительства, ориентированность преимущественно на строительство элитного жилья, постоянный рост стоимости объектов жилищного строительства, искусственное нагнетание ажиотажного спроса на жилье, как на объект спекуляции и средство сохранения стоимости, а также процесс постепенного устранения дешевых квартир с первичного и вторичного рынков.

Проанализировав зарубежный опыт, можно сделать вывод о том, что для преодоления наблюдаемого в России абсолютного и структурного дефицита жилого фонда необходимо активное государственное регулирование воспроизводства жилого фонда. Основные элементы государственного регулирования воспроизводства жилого фонда:

1. Централизованное финансирование инвестиций в строительство, реконструкцию, капитальный ремонт и воспроизводство социального жилья, предназначенного для улучшения жилищных условий малообеспеченных слоев населения.

2. Прямое (раздаточное) распределение государственного и муниципального жилого фонда.

3. Административное регулирование уровня минимальных (медицинских) и средних (социальных) жилищных стандартов, предусматривающих качественные, структурные и количественные параметры проживания граждан.

4. Государственное кредитование общественных жилищных организаций и частных застройщиков.

5. Предоставление налоговых и других видов льгот предприятиям и организациям, осуществляющим инвестиционно-строительную деятельность.

6. Субсидирование расходов населения на приобретение, приобретение, содержание и найм частного и государственного видов жилья.

7. Регулирование на законодательном уровне квартирной платы в государственном и частном жилищных секторах.

8. Регламентация нормативно-правовых взаимодействий между субъектами жилищных отношений.

Из мировой практики видно, что усиление дирижистских функций государства связано с преобразованием индустриальной системы в постиндустриальную, а их ослабление происходит лишь в момент, когда новая социально-экономическая система становится полностью сформированной. В частности, регулирующую

функцию жилищной сферы государство отдает рынку только после того, как большая часть населения становится обеспечена качественным жильем на уровне средних стандартов (по комнате на человека, не считая гостиной) [2].

Таким образом, начало движения нашего государства в направлении формирования сбалансированной жилищной сферы и обеспечения доступности жилья представляется возможным в случае разработки и воплощения действительно работающего социально-ориентированного экономического механизма. Такой механизм предполагает объединение элементов рыночной и нерыночной моделей функционирования жилищной сферы, необходимым условием для которого является сочетание административно-правовой и финансово-инвестиционной инициатив государства с реальной экономической активностью банков, крупных финансовых компаний, различных производственно-строительных фирм и общественных жилищных организаций.

Для последующего развития сферы жилищно-коммунального хозяйства в России необходимо создание системы регулирования и воспроизводства жилищного фонда, которая позволит своевременно восстанавливать объекты, нуждающиеся в капитальном ремонте, реконструкции, а также позволяющая строить новые объекты сферы жилищно-коммунального хозяйства.

Управляющие компании, на долю которых выпало содержание жилищного фонда, не способны финансировать капитальный ремонт зданий, в ряде случаев, даже текущий ремонт, ввиду слабого финансирования. Для инвесторов здания, уже введенные в эксплуатацию, не вызывают интерес, в ряде случаев строительство новых объектов не приносит должной прибыли.

Отличительной особенностью передачи жилья из государственной собственности населению в России является то, что за рубежом передача объектов жилищного фонда из государственной собственности в собственность некоммерческих организаций осуществлялась целыми микрорайонами, а не отдельными объектами строительства. При этом государство несет ответственность за мониторинг состояния всего жилищного фонда, вместе с частными владениями, уполномочено заставить домовладельцев провести ремонт здания. Различие в программах обновления жилой застройки заключается в ориентации на ремонт не отдельно стоящих объектов строительства, а целых микрорайонов, которые характеризуются большой концентрацией жилья низкого качества [3].

Еще одной отличительной особенностью в зарубежном управлении жилищным фондом является холдинговая структура предприятий жилищно-коммунального хозяйства. Данный подход позволяет финансировать менее развивающиеся и социально-значимые направления отрасли за счет наиболее успешных, так как в жилищно-коммунальном хозяйстве есть и такие отрасли, которые не могут быть рентабельными, и если их не подкрепить средствами инвесторов, то экономика в целом может понести значительный ущерб.

На сегодня в России, как и в ряде других стран, государство и частные партнеры пытаются наладить взаимодействие друг с другом в вопросе модернизации и развития жилищной сферы, однако широкое внедрение государственно-частного партнерства в экономику России затруднено. Причиной этому является решения целого ряда методологических вопросов перехода к партнерским отношениям государства с частным сектором, отсутствие опыта такого взаимодействия, отсутствие должной законодательной и нормативно-правовой базы во всех уровнях, бюрократические начала сдерживают внедрение данного партнерства.

Одной из наиболее важных проблем является падение уровня жизни значительной части населения и значительный уровень бедности в стране, что негативно отражается на объеме расходов, накоплении частного капитала, сдерживает увеличение макроэкономических показателей, создает угрозу стабилизации экономики и национальной безопасности. Все это определяет необходимость создания модели социальной политики, основанной на объективном учете государством располагаемыми ресурсами, которая будет направлена на

поддержку социально уязвимых групп населения. Основными условиями реализации данной модели, по мнению автора, являются:

- передача значительной части полномочий по определению форм и размеров предоставления социальной помощи на муниципальные уровни;
- разработка современных экономически обоснованных размеров дотаций, субсидий и трансферов, выделяемых из федерального бюджета на развитие субъектов Российской Федерации;
- учет территориальных особенностей при управлении уровнем жизни муниципальных образований.

Таким образом, необходимо формирование условий по повышению доступности жилья.

При изучении регионального опыта воспроизводства жилищного фонда можно выявить наличие диспропорции в обеспечении жилой площадью различных типов семей, что, как следствие, является нерациональным использованием жилищного фонда.

Отсутствие финансовых возможностей у населения для обеспечения проживания в комфортных условиях, в свою очередь, является препятствием в гармоничном развитии личности, а также вызывает напряжение в обществе, что тормозит экономическое развитие страны в целом.

Зачастую, при отсутствии поддержки со стороны государства, жителям проблемных домов приходится вкладывать значительную часть собственных средств в проведение текущего и капитального ремонта объектов недвижимости.

По статистике, в среднем на одного россиянина приходится около 19 м<sup>2</sup> общей и около 12 м<sup>2</sup> жилой площади, что в 2,5-3 раза меньше, чем в большинстве развитых стран мира, у более чем 20 % российских семей обеспеченность жилплощадью не превышает санитарной нормы, составляющей 5-7 м<sup>2</sup> на человека. Кроме того, абсолютный дефицит дополняется острым структурным и качественным дефицитом жилья. Приведенные показатели свидетельствуют о том, что современная Россия находится лишь на начальном этапе формирования сбалансированной жилищной сферы.

Государством разработана стратегия социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года, которая нацелена на решение жилищных проблем граждан, предполагает хорошие темпы развития жилищного строительства, однако ориентирована на действующую схему обеспечения населения жильем, которая не отвечает потребностям граждан.

На сегодня сфера жилищно-коммунального хозяйства является одной из самых стабильных отраслей предпринимательства, в связи с востребованностью оказываемых услуг населению. Данный аспект должен стать главным стимулом к привлечению частных инвестиций.

Рассмотрим подробнее основные проблемы, существующие сегодня в сфере жилищно-коммунального хозяйства:

1. Недофинансирование ЖКХ только в последние годы составило порядка 20 % от общего объема необходимых средств, в связи с увеличением объемов задолженностей ситуация продолжает ухудшаться.

Недостаточность, а также зачастую отсутствие бюджетного финансирования программ капитального ремонта жилищно-коммунального комплекса привело к резкому увеличению износа объектов жилищной сферы [4].

2. Техническое состояние объектов коммунальной инфраструктуры можно охарактеризовать высоким уровнем износа конструкций, аварийностью, низким коэффициентом полезного действия мощностей, а также большими потерями энергоносителей. К примеру, у порядка 40 % теплосетей закончился срок службы, 91 % водопроводных сетей изношены более чем на 50 %. Потери воды в сетях оцениваются порядка 25 % суточного потребления.

3. Отсутствие привлекательности комплекса городского хозяйства для инвесторов обусловлено невыполнением бюджетных обязательств, а также отсутствием прозрачных и эффективных процедур изменения и формирования тарифов.

Далее рассмотрим основные проблемы, возникающие у предпринимателей, в сфере жилищно-коммунального хозяйства:

1. Малое количество товариществ собственников жилья, большинство из которых попросту не сотрудничают с малым бизнесом.

Более того, существует такая проблема, как формальность существования товарищества собственников жилья (формально ТСЖ существуют, но живут только на отчисления, не проводя никаких работ по содержанию домов).

2. Много бюрократии (к каждому дому привязано большое количество государственных ведомств, каждое из которых преследует свои интересы).

При этом органы местного самоуправления не несут никакой ответственности за качество предоставляемых жилищно-коммунальных услуг.

К примеру, жильцы дома могут следить за чистотой, порядком в подъездах и на придомовой территории, однако качество питьевой воды, отопление, бесперебойное энергоснабжение должны находиться в компетенции органов власти: они должны инициировать строительство новых инженерных сетей, коммуникаций, строительство полигонов по переработке твердых бытовых отходов.

3. Отсутствие программ льготного кредитования.

Необходимо создание баз данных по контролю тарифов на услуги жилищно-коммунального хозяйства, которые также будут находиться у государства. Необходимо при росте тарифов на жилищно-коммунальные услуги производить своевременную индексацию субсидирования для малоимущих групп населения.

4. Различные косвенные факторы.

Местными властями на аукционах выставляются тендеры, для участия в которых формируется некий необходимый пакет документов, собрать который предприятиям малого бизнеса зачастую невозможно.

Таким образом, для поддержания объектов жилищно-коммунального хозяйства в надлежащем состоянии, как говорилось выше, необходимо:

1. Создание привлекательных условий, четко сформулированных программ, а также возможность покрытия рисков. Инвестиции в коммунальную сферу наряду с модернизацией дают существенную экономию эксплуатационной себестоимости;

2. Создание прозрачных инвестиционных программ, необходимо разъяснить инвестору во что, для чего он вкладывает средства, и четко расписать график окупаемости.

Проанализировав состояние жилищного фонда России, можно сделать вывод о том, что, несмотря на наличие множества федеральных, региональных и муниципальных программ, процесс капитального ремонта, воспроизводства и реконструкции жилого фонда в нашей стране нарушен в такой степени, что баланс между ветхим и аварийным жильем и вводимыми в эксплуатацию новыми объектами восстанавливается медленно. Наряду с этим, выявлено, что управляющие компании пугает перспектива обслуживания старого жилья, ввиду отсутствия экономической эффективности данного управления.

Полагаем, что необходимо повсеместно внедрять зарубежный опыт в процессе организации управления жилищным фондом. К примеру, предлагается изменить систему оплаты управляющего таким образом, чтобы он получал не фиксированную сумму, а определенный процент от прибыли, полученной в результате грамотного управления жилищным фондом.

Необходимо ввести систему взаимодействия управленцев и собственников, основанную на гарантиях возвращения средств, вложенных и привлеченных управленцем в развитие объекта управления.

Для привлечения интереса со стороны инвесторов в сферу жилищного хозяйства необходимо предпринять ряд мер:

а) внести в нормативно-правовую базу изменения, направленные на увеличение экономической привлекательности управления жилищным рынком;

б) разработать типовые договора между собственниками, управленцами и поставщиками услуг, которые будут учитывать интересы всех сторон и исключать возможность банкротства управляющих организаций;

в) утвердить генеральные планы муниципальных образований и структур, для возможности долгосрочного планирования инвестирования.

Изучение зарубежного опыта показывает, что в России объем государственных инвестиций в жилищное строительство значительно ниже, чем за рубежом, в связи с чем необходимо снижение рисков и детальная проработка вопросов функционирования системы организационно-экономического управления в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

### Список литературы

1. Романова А.И., Миронова М.Д., Ильина Е.В. Методический подход к оценке рисков и принятию решений в условиях неопределенности на рынке услуг // Управление экономическими системами, 2012, № 3.
2. Итоги всероссийского форума «Стратегия развития жилищного строительства в России», 2009.
3. Смирнов Е.А. Реновация жилищного фонда города с помощью инструментов государственно-частного партнерства // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: экономика, 2010, Выпуск 2 (37).
4. Романова А.И. Инвестиционное стимулирование рынка строительных услуг // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 339-344.

**Burkeev D.O.** – post-graduate student, assistant

E-mail: burkeev@gmail.com

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Investment problems of housing reproduction

#### Resume

In the development of partnership between the state and the private sector in Russia is now celebrated boom, in which the state and its local and municipal governments to engage with the private sector, especially in the modernization and development of the housing sector. The increasing interest in the development of public-private partnership is typical for most countries.

Despite the recognition of public-private partnerships an essential tool for improving national (and regional) competitiveness, introduction of public-private partnerships in the Russian practice is difficult. Pendency of a number of methodological issues go to the partnership of the state and the private sector, the lack of adequate experience of such partnerships, inadequate legal and regulatory framework at all levels, bureaucratic obstacles to the introduction of public-private partnership in Russia.

During the financial crisis, and redefining the role of the state in regulating the economy, the establishment and development of public-private partnership in the housing sector is particularly relevant. Governments in most countries, including Russia, have provided financial support to key sectors of the economy in an effort to reduce the potential economic and social impact of the crisis and ensure the necessary stability of the economy.

**Keywords:** housing sector, investment, public infrastructure, financing, public property.

#### References

1. Romanova A.I., Mironova M.D., Ilina E.V. Methodical approach to risk assessment and decision-making under uncertainty in the market // Control of economic systems, 2012, № 3.
2. Results of All-Russian forum «Strategy of development of housing in Russia», 2009.
3. Smirnov E.A. Renovation of housing using the tools of public-private partnership // Bulletin ENGECON. Series: Economics, 2010, Issue 2 (37).
4. Romanova A.I. Investment stimulation of the market of building services // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 339-344.

УДК 332.146

Романова А.И. – доктор экономических наук, профессор

E-mail: aisofi@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Определение потребности в услугах капитального ремонта жилого фонда города Казани

#### Аннотация

Плановые капитальный и текущий ремонт являются основой эффективной технической эксплуатации многоквартирного дома. Именно данные технические мероприятия обеспечивают надежность, безопасность и нормативные сроки службы строительных конструкций и инженерных систем многоквартирного дома и приводят к росту качества жилищно-коммунальных услуг. Стабильность плановых заданий по капитальному ремонту объектов городского хозяйства обеспечит гармоничное развитие городов, развитие долговременных хозяйственных связей с поставщиками, а также непрерывность финансирования ремонтно-строительных работ.

**Ключевые слова:** жилье, жилищно-коммунальные услуги, многоквартирные дома, капитальный ремонт.

Особенности организации ремонтов многоквартирных домов (МКД) во многом определяются источниками финансирования. В настоящий момент основной объем капитального ремонта МКД осуществляется за счет государственных средств в рамках различных программ реформирования ЖКХ. При государственном финансировании вопросы организации ремонтно-строительных работ жестко регламентированы. Назначение домов на капремонт осуществляется в установленном порядке, подрядчик выбирается на конкурсной основе, для контроля и приемки работ привлекаются квалифицированные технические заказчики. Все это способствует соблюдению элементарных норм организации ремонтно-строительных работ и обеспечивает приемлемый уровень качества ремонтов и достаточно эффективное расходование средств на них.

Гораздо более проблемной является организация капитального и текущего ремонтов, осуществляемых за счет средств собственников жилых и нежилых помещений в МКД – ремонтных фондов товариществ собственников жилья (ТСЖ), жилищно-строительных кооперативов (ЖСК), управляющих компаний (УК). В данных обстоятельствах руководители заказчика, как правило, в целях экономии не привлекают технических заказчиков, что позволяет недобросовестным подрядчикам игнорировать даже минимальные требования по организации ремонтно-строительных работ. Также в целях экономии в подобных ситуациях привлекаются неорганизованные бригады рабочих, в том числе мигрантов, которые в силу своей низкой квалификации просто не знакомы с элементарными требованиями по организации ремонтно-строительных работ в МКД.

Все это ведет к нарушениям в организации ремонтно-строительных работ и, как следствие, к неэффективному расходованию денежных средств.

В свою очередь, с момента принятия закона «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» дан был старт реализации программы на федеральном уровне, предполагающей решение проблем, связанных с необходимостью проведения капитального ремонта МКД и переселения граждан из аварийного жилищного фонда.

Начиная с 2008 года, наблюдается значительный рост отремонтированных многоквартирных жилых домов. Однако в настоящее время полностью отсутствуют схемы финансирования капитального ремонта, в том числе кредитные, практика осуществления сторонними инвесторами ресурсосберегающих мероприятий в МКД,

применения энергосервисных контрактов. Развитие данных направлений составит одну из основных задач при управлении домом.

Фактически в настоящее время комплексный капитальный ремонт МКД осуществляется в основном за счёт средств федерального бюджета, выделяемых из Фонда, и средств консолидированных бюджетов субъектов РФ, а также за счёт средств обязательных взносов от населения (не менее 5 %). К 2013 году завершена реализация всех заложенных в Федеральном законе № 185-ФЗ мероприятий в части реформирования жилищно-коммунального комплекса. При этом существенной проблемой остается создание устойчивой системы финансирования работ по капитальному ремонту домов после прекращения деятельности Фонда по финансированию региональных адресных программ капитального ремонта МКД. С созданием Фонда работы по капитальному ремонту МКД стали финансироваться на уровне необходимого норматива.

С учётом указанных обстоятельств становится очевидным, что после завершения деятельности Фонда финансирование работ по капитальному ремонту общего имущества МКД в необходимом размере не будет возможным без создания в ближайшее время на региональном уровне эффективных механизмов, которые позволят аккумулировать средства собственников жилья и бюджетов различных уровней на капитальный ремонт домов, обеспечить сохранность и целевое использование этих денег.

В рамках пилотного проекта [1] в РТ предложено создание Республиканского фонда финансирования капитального ремонта общего имущества в МКД. В качестве основного источника поступлений денежных средств в Фонд рассматриваются ежемесячные поступления от собственников жилья (платежи на проведение капитального ремонта в размере не ниже федерального стандарта стоимости капитального ремонта жилого помещения на 1 м<sup>2</sup> общей площади жилья в месяц).

Стоит отметить положительный опыт и активную работу управляющих организаций (далее УО) и товариществ собственников жилья по привлечению денежных средств на проведение капитального ремонта вследствие контрактов с местными властями и разъяснительной деятельности с собственниками жилья. По данным Фонда, уже сегодня граждане осознают необходимость предусматривать затраты на проведение капитального ремонта своих домов и в добровольном порядке накапливают средства на эти цели.

Рассмотрим планирование программ воспроизводства жилья и услуг капитального ремонта на примере Республики Татарстан и г. Казани.

Для проведения ремонтно-восстановительных работ по основным жилым фондам, имеющим большую степень износа, в РФ осуществляется планирование развития ремонтно-восстановительных работ. Основной социальной целью планирования ремонтно-строительных работ является обеспечение сохранности жилых домов и поддержание их в безотказном состоянии путем предотвращения возможных аварий и преждевременного их износа.

Планы капитального ремонта жилых зданий являются составной частью государственного плана экономического и социального развития и разрабатываются на всех уровнях: федеральном, республиканском, городском и районном.

Система планирования капитального ремонта представляет собой один из функциональных блоков в единой системе эксплуатации и ремонта жилых зданий [2, 3]. В ней техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты выступают как взаимосвязанные и взаимообусловленные элементы. Планирование работ и затрат по каждому из них должно обеспечивать плано-предупредительный характер функционирования системы в целом и, в конечном итоге, надежную безотказную эксплуатацию жилых зданий и их инженерного оборудования, равно как своевременное устранение возникающих неисправностей. Потому необходимым условием эффективного планирования для всей системы является взаимодействие

блоков основных ее элементов. Планирование работ по техническому обслуживанию должно увязываться с планированием текущего ремонта, а планы текущего ремонта образовывать общий ремонтный цикл с ремонтами капитальными.

Заблаговременная разработка контрольных заданий по капитальному ремонту зданий, сооружений в городском хозяйстве позволит обеспечить сбалансированность планов капитального ремонта как с мощностями ремонтно-строительных организаций, так и с ресурсами, потребляемыми в процессе производства ремонтно-строительных работ. Это создает предпосылки для определения конечных социальных результатов, достигаемых ремонтно-реконструктивными мероприятиями.

Стабильность плановых заданий по капитальному ремонту объектов городского хозяйства обеспечит гармоничное развитие городов, развитие долговременных хозяйственных связей с поставщиками, а также непрерывность финансирования ремонтно-строительных работ. Существенным принципом при разработке плановых заданий по капитальному ремонту жилых домов является разработка долговременных прогнозов, позволяющих распределить задания по годам.

Процессы прогнозирования и планирования капитального ремонта жилых домов в крупном городе должны включать следующие основные этапы [4, 5]:

- анализ состояния жилищного фонда на текущий момент;
- составление долгосрочных прогнозов состояния (износа) жилищного фонда;
- разработка перспективного плана проведения капитального ремонта на срок не менее 5 лет;
- разработка годовых адресных программ капитального ремонта жилых зданий в соответствии с перспективным планом капитального ремонта жилфонда города.

Для обеспечения точности прогнозов и своевременной корректировки перспективных планов капитального ремонта необходимо проводить частичные и общие (сплошные) обследования городского жилфонда. Составим перспективные планы капитального ремонта и очередность постановки зданий в программы воспроизводства жилья. Исходными данными для планирования капитального ремонта будут следующие критерии:

- уровень физического и морального износа здания;
- ремонт основных конструктивных элементов здания;
- ремонт внутридомовых инженерных систем здания;
- продолжительность эксплуатации многоквартирного дома относительно года ввода в эксплуатацию.

Эта информация составляет основу для планирования ремонтно-восстановительных работ, разработки и технико-экономического обоснования перспективных планов капитального ремонта, определения требуемых объемов работ. Она должна удовлетворять следующим требованиям: быть полной и достоверной, отражать текущие изменения, т.е. постоянно обновляться, предоставлять возможность для предварительной оценки стоимости объемов необходимого ремонта. На основании информации о техническом состоянии жилищного фонда, его планировке и уровне благоустройства должны формироваться исходные данные для планирования капитального ремонта.

На основе оценок специалистов, старые кирпичные дома (особенно построенные в период с 1860 по 1917 годы) по качеству лучше современных. Они простоят еще долго. Современные же кирпичные здания, за исключением «элитных» новостроек, строятся из полого недолговечного кирпича. Наибольшее количество домов, подлежащих капитальному ремонту, относятся к 1965-1995 гг. постройки, в большей степени так называемые «хрущёвки», «кирпичные пятиэтажки», а также сравнительно современные панельные строения. Таким

образом, из 2471 дома, нуждающихся в проведении капитального ремонта по г. Казани, 1005 домов 1965-1995 гг. обладают приоритетным значением при формировании титульных списков программ воспроизводства жилья.

Однако такой анализ является необъективным, так как в нём не учитывается общее количество домов по годам постройки к количеству строений, подлежащих капитальному ремонту.

Таблица 1

**Характеристики многоквартирных домов по годам постройки**

Период постройки	Характеристика жилых домов	Срок эксплуатации, лет
1930-1940 гг.	- «сталинки» довоенной постройки: стены кирпичные, фундаменты – ленточные с монолитной заливкой, столбчатые; перекрытия – деревянные или комбинированные; крыша обычно двух- или многоскатная, образует большой чердак; стропила и обрешетка – деревянные; материал кровли – шифер или кровельное железо. Недостатками «сталинок» являются износ зданий (прежде всего, коммуникаций), отсутствие современной инфраструктуры. Деревянные перекрытия тоже являются недостатком – они подвержены гниению и пожароопасны.	125
1940-1955 гг.	- «сталинки» послевоенные: стены кирпичные, позднее появляются крупнопанельные дома; фундаменты – свайные; перекрытия – железобетонные плиты; крыша – шифер или кровельное железо.	150
1955-1970 гг.	- «хрущёвки»: кирпичные пятиэтажные дома с максимальным использованием сборных железобетонных конструкций: фундаменты были ленточными, составленными из сборных бетонных и железобетонных блоков, стены – кирпичными или панельными, перекрытия – из плоских или шатровых панелей (чаще шатровых), крыши – преимущественно плоские, совмещенные. В настоящий момент все «хрущёвки» подверглись большому физическому износу. Нередки проблемы со стенами и фундаментами. Сегодня «хрущёвки» перестали удовлетворять современным требованиям по теплозащите, морально устарело инженерное оборудование и, прежде всего, внутридомовая электропроводка, вводно-распределительные устройства и тепловые пункты.	50
	- «кирпичные пятиэтажки»: фундаменты ленточные, перекрытия; - железобетонные плиты; крыша – шифер; - панельные и блочные дома 9-16-ти этажные.	100
1970-2010 гг.	- современные кирпичные и монолитные.	125
	- современные панельные.	100

Используя данные табл. 2, можно составить объективную потребность в проведении капитального ремонта относительно групп постройки МКД по годам.

Таблица 2

**Распределение жилищного фонда РТ по годам постройки**

	Число жилых зданий, единиц		
	всего	город	село
Всего по РТ	497383	155216	342167
- до 1920 г.	5233	2643	2590
- 1921-1945 гг.	19596	5076	14520
- 1946-1970 гг.	201052	63493	137559
- 1971-1995 гг.	170292	42987	127305
- после 1995 г.	101210	41017	60193

Таким образом, в отношении к общему объему застройки большей потребностью обладают «сталинки» довоенной постройки 1921-1945 гг., то есть 420 домов от общего объема МКД данной группы 5 076 объектов по РТ (с учётом городского жилищного фонда).

Рассмотрим более подробно планирование капитального ремонта на примере города Казани.

В преддверии проведения в Казани Универсиады 2013 года значительно возросла степень ремонтно-восстановительных работ фасадов центральной части города, в частности в Вахитовском районе. Однако при формировании долгосрочных планов капитального ремонта жилищного фонда должно учитываться целевое использование имеющихся ресурсов, сосредоточение их на главных направлениях плана, мобилизация на эти цели всех имеющихся резервов и изыскание источников и путей обеспечения планомерного наращивания дополнительных финансовых и материально-трудовых средств.

Уровень условий проживания в старых домах диктует необходимость увеличения объемов ремонта. Поэтому сейчас важнейшей и первоочередной научной задачей становится обоснование реального принципа оптимального сочетания экономических и социальных факторов капитального ремонта жилых домов, заключающееся в выработке, в первую очередь, путей и методов достижения наибольшей эффективности использования финансовых и материально-трудовых ресурсов.

Для определения наиболее оптимального количества домов для проведения капитального ремонта составим зависимость по степени изношенности жилищного фонда и по годам постройки многоквартирных домов.

При планировании долгосрочных программ капитального ремонта стоит обратить внимание на дома с физическим износом 30-40 %. Данная категория домов обладает наибольшей потребностью в проведении капитального ремонта, а также затраты на ремонтные работы будут экономически целесообразны, так как остаточный срок службы таких многоквартирных домов значительно больше, чем сроки службы новых заменяющих конструкций, инженерных систем и других элементов и их частей. Из 2471 домов (71,3 % от общего количества МКД), нуждающихся в проведении капитального ремонта по г. Казани, 716 домов (20,6 % от общего количества МКД) с физическим износом 30-40 % обладают приоритетным значением при формировании титульных списков программ воспроизводства жилья.

По критерию потребности в проведении ремонта конструктивных элементов, можно выделить следующие показатели:

- 1 226 домов по ремонту кровель (35,4 % от общего количества МКД);
- 49 домов по потребности усиления фундаментов (1,41 % от общего количества МКД).

Относительно потребности в ремонте и замене внутридомовых инженерных сетей проведем анализ по видам работ по ремонту инженерных коммуникаций (рис. 1).

Справедливо можно сделать вывод, что замены и ремонта инженерных коммуникаций требует преобладающее количество домов. Это говорит о том, что работы по замене этих систем, в первую очередь, подлежат включению в краткосрочные планы программ воспроизводства жилья (капитального, текущего ремонтов). В особенности стоит обратить внимание на ремонтные работы систем холодного водоснабжения (подлежат ремонту 1 725 МКД – 49,7 % от общего количества домов) и систем электроснабжения (подлежат ремонту 1 658 МКД – 47,8 % от общего количества домов).

Относительно степени потребности в отделочных и восстановительных работах ремонтные мероприятия можно разделить на следующие виды:

- по фасаду жилых домов;
- в подъездах и местах общего пользования домов (коридоров, санузлах общежитий);
- в подвальных помещениях.

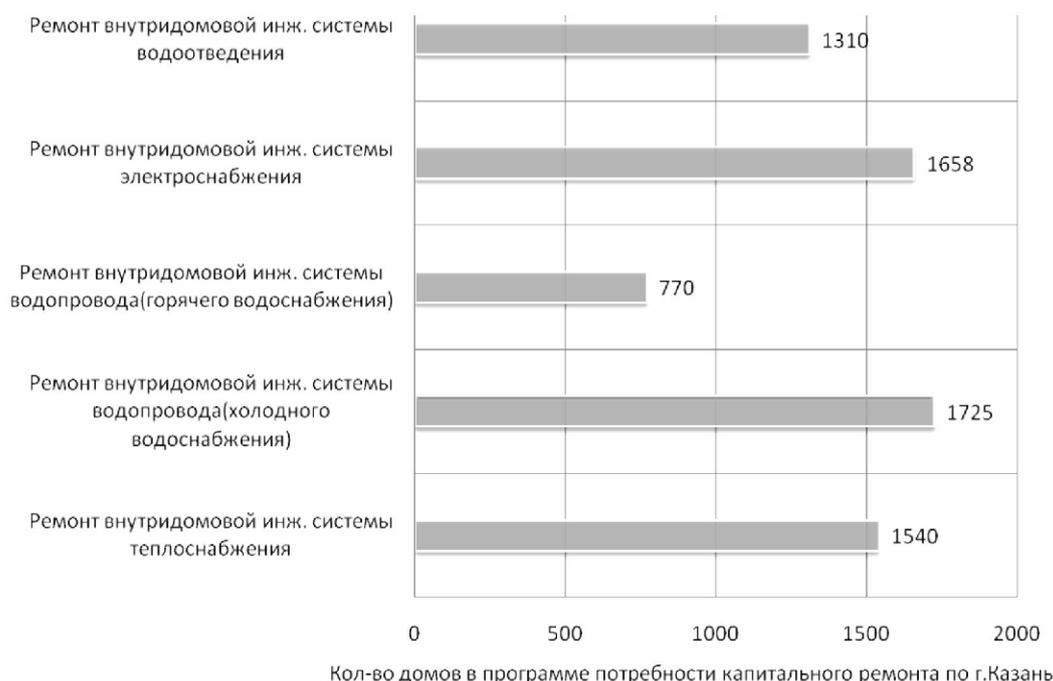


Рис. 1. Потребность в проведении капитального ремонта по видам ремонта внутридомовых инженерных сетей домов по г. Казани

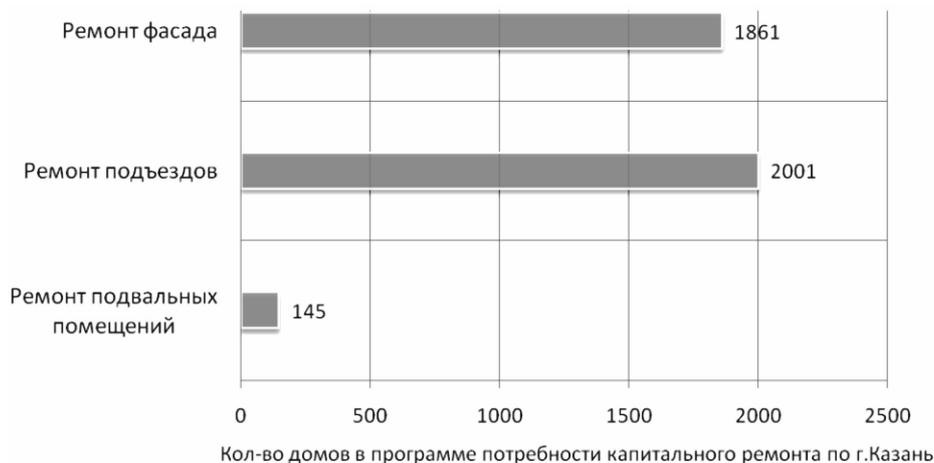


Рис. 2. Потребность в проведении капитального ремонта МКД по степени потребности в отделочно-восстановительных работах по г. Казани

Из рис. 2 можно сделать вывод, что в отделочных работах нуждаются в большей степени подъезды 2 001 дома, доля в общем жилфонде г. Казани – 57,7 %, ремонту фасадов подлежит 1 861 дом – 44,4 % общего кол-ва МКД.

На основании данных мониторинга Жилищного фонда РТ, можно определить потребность в проведении капитального ремонта по районам г. Казани относительно приоритетных критериев отбора при формировании программ воспроизводства жилья в процентном соотношении ко всему жилфонду города. В отношении к общему количеству МКД г. Казани:

- наибольшим показателем изношенности жилфонда обладает Московский район по степени физического износа, он составляет 88,4 % от общего количества МКД;
- наибольшей потребностью в проведении ремонта инженерных коммуникаций обладает Авиастроительный район, его доля составляет 62,12 % от общего количества МКД;

– наибольшей потребностью в проведении ремонта конструктивных элементов обладает также Авиастроительный район, его доля составляет 50,17 % от общего количества МКД.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

– по критерию физического износа капитальному ремонту подлежат 71,3 % от общего количества МКД по г. Казани, в наибольшей степени дома с физическим износом 30-40, их доля в общем количестве МКД – 20,5 %.

– по критерию ремонта конструктивных элементов: ремонту кровель подлежат – 34,4 % от общего количества МКД, усилению фундаментов – 1,41 %;

– по критерию ремонта внутридомовых инженерных коммуникаций: ремонту системы холодного водоснабжения подлежат 49,7 % от общего количества МКД; ремонту систем электроснабжения – 47,8 %.

Также нами были выделены основные районы, доля которых в общем финансировании программ по ремонту должна преобладать, из-за значительной потребности в проведении работ приоритетного характера (ремонта конструктивных элементов и инженерных сетей).

В итоге, нами были обозначены ключевые виды работ при формировании программ воспроизводства жилья и проведен анализ по районам города, с выделением наиболее проблемных участков, на которые необходимо обратить внимание при финансировании программ капитального ремонта.

Эффективность прогнозирования потребности жилфонда крупного города в капитальном ремонте, а также перспективное планирование и реализация планов ремонтно-восстановительных работ выразятся в снижении уровня износа жилых зданий и приросте их стоимости после ремонта, а социальный эффект – в улучшении условий жизни жителей г. Казани.

В заключение следует отметить, что Республика Татарстан является лидером в части применения инновационных решений, способствующих улучшению жилищных условий ее граждан. Вместе с тем остается и множество нерешенных проблем, преимущественно связанных с отсутствием должного уровня частной инициативы в поддержке государственных начинаний.

### Список литературы

1. Романова А.И., Хабибулина А.Г. Методика аккумуляции денежных средств частных инвесторов в рамках реализации программ воспроизводства жилого фонда и оплаты жилищно-коммунальных услуг // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 235-246.
2. Методические рекомендации по формированию состава работ по капитальному ремонту многоквартирных домов, финансируемых за счёт средств, предусмотренных Федеральным законом от 21 июля 2007 г. № 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию ЖКХ».
3. Анисимова Н.А., Шарапова Е.А. Планирование затрат на текущий ремонт жилых домов на основе укрупненных показателей // «Справочник экономиста», 2006, № 12. – С. 51-56.
4. Гордеев Д. П. Особенности установления и применения платы за содержание и капитальный ремонт жилого помещения // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера, 2009, № 6. Часть 1. – С. 22-29.
5. Олтяну А.А. Повышение эффективности управления в сфере содержания и ремонта МКД // Управление многоквартирным домом, 2009, № 5. – С. 23-29.

Romanova A.I. – doctor of economical sciences, professor

E-mail: aisofi@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

## Determining the need for the services of repair of the housing stock in Kazan

### Resume

The planning system overhaul is one of the functional units in a single system operation and maintenance of residential buildings. It maintenance, repairs and renewals act as interrelated and interdependent elements. Planning of maintenance should be linked to the planning of the current repairs, and maintenance plans to form a common repair cycle with major repairs. During the formation of long-term plans for capital's housing stock should be considered proper use of available resources, focusing on the main lines of their plan, mobilizing for this purpose all available reserves and finding sources and ways to ensure the planned building of additional financial, material and labor resources.

The level of living conditions in old houses dictates the need for increased maintenance. So now the most important and primary task is to research the real justification of the principle of optimal combination of economic and social factors, repair houses, is to develop in the first place, the ways and means to achieve the most efficient use of financial, material and human resources.

To determine the optimal number of homes for overhaul form the dependency for capital on the degree of deterioration of the housing stock and years of construction of apartment buildings.

**Keywords:** habitation, housing-and-municipal services, apartment houses, major repairs.

### References

1. Romanova A.I., Khabibulina A.G. Technique of accumulation of money resources of private investors within the limits of realization of programs of reproduction of available housing and payment of housing and municipal services // News of the KSUAE, 2011, № 3 (17). – P. 235-246.
2. Methodical recommendations about formation of structure of works about major repairs of the apartment houses financed at the expense of means, provided by the Federal law from July, 21st 2007. № 185-FZ «About Fund of assistance of reforming of housing and communal services».
3. Anisimova N.A., Sharapova E.A. Costs planning on operating repair of apartment houses on the basis of the integrated indicators // The Directory of the economist, 2006, № 12. – P. 51-56.
4. Gordeyev D.P. Feature of an establishment and application of a payment for the maintenance and premises major repairs // Housing and communal services. Economy and housing and communal services operation of business, 2009, № 6, Part 1. – P. 22-29.
5. Oltayny A.A. The growth of management efficiency in maintenance and repair MRH sphere // Management of an apartment house, 2009, № 5. – P. 23-29.

УДК 338.22(470.41):665

Сабиров И.Ф. – соискатель

E-mail: u1702@mail.ru

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Адрес организации: 420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68

**Предпосылки формирования и развития регионального рынка  
консультационных услуг в нефтедобывающем секторе экономики  
Республики Татарстан**

**Аннотация**

Автор раскрывает основные экономические и организационно-управленческие предпосылки активизации рынка консультационных услуг в нефтедобывающем секторе экономики регионов, проводит их региональные сравнения среди субъектов Приволжского федерального округа, выявляет воздействие инновационной активности субъектов Федерации как потенциала применения консалтинга при коммерциализации инноваций. Особое внимание уделено выявлению специфики этого процесса в Республике Татарстан, среди которых формирование территориально-производственных кластеров, крупных транспортно-логистических и производственных узлов, высокий уровень научно-технического и образовательного потенциала региона, а также формирование динамично развивающихся городов в нефтедобывающих регионах.

**Ключевые слова:** консультационные услуги, предпосылки активизации, инновационная составляющая, конкуренция на рынке нефтедобычи, малые нефтедобывающие компании.

Республика Татарстан в экономическом плане на протяжении многих лет является регионом-донором в структуре Приволжского федерального округа. Это находит свое выражение в ускоренных темпах роста объемов промышленного производства, количества создаваемых и учреждаемых промышленных компаний, относительно высокой активности малого бизнеса, высоком уровне инвестиционной привлекательности региона, развитой инфраструктуре, высокими темпами развивающейся социальной сфере.

Наиболее динамично развивающимся сектором региональной экономики является энергетический сектор, включающий преимущественное развитие нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих отраслей экономики, исторически сложившихся в регионе на базе разведанных нефтяных месторождений. Этот сектор экономики представлен, с одной стороны, крупнейшими в России нефтедобывающими компаниями, такими как ОАО «Татнефть», и, с другой стороны, группой малых нефтяных компаний, специализирующихся на добыче труднодоступных и низкоэффективных месторождений.

Вполне очевидно, что усиление конкуренции на рынке нефтедобычи с объективной необходимостью требует активизации такого фактора ее минимизации как консалтинг. Кроме того, необходимость повышения эффективности бизнеса заставляет малые предприятия отрасли обращаться за помощью в консалтинговые фирмы для поиска квалифицированных специалистов, оптимизации налоговых платежей, разработки маркетинговых и рекламных кампаний. Иначе говоря, рост количества предприятий, их распределение по территории региона напрямую влияет на развитие сферы консалтинговых услуг. В результате основные крупные консалтинговые компании концентрируются в нефтедобывающих регионах Республики Татарстан и в ее столице – г. Казани.

Как свидетельствуют официальные данные статистики, экономика региона развивается достаточно устойчивыми темпами, способными обеспечить конкурентоспособность экономики региона. Так, за последние 7 лет, несмотря на

самые пиковые годы мирового финансового кризиса, который отрицательно сказался на основных бюджетобразующих отраслях экономики региона, темпы прироста ВВП и других важнейших показателей экономики удалось сохранить в положительном их значении.

Объемные показатели добычи полезных ископаемых, среди которых нефть занимает доминирующее значение, за период с 2005 по 2011 годы постоянно росли. Эти же тенденции сохранились и в темпах прироста добавленной стоимости в секторе добывающих отраслей промышленности, наиболее высокое значение которых отмечено в 2011 году – 7,7 %.

При этом добывающий сектор экономики развивался более высокими темпами, по сравнению с другими отраслями промышленности региона. Так, индекс промышленного производства в группе отраслей добывающего сектора, несмотря на то, что характеризовался за период с 2005 по 2011 годы более низкими темпами роста, однако оставался стабильным даже в кризисный 2009 год, когда индекс промышленного производства в целом по промышленности региона опустился до 95,6 %. Все это свидетельствует об устойчивом характере функционирования данного сектора экономики, наличии конкурентоспособных компенсационных механизмов стабилизации экономического роста, что делает его наиболее привлекательным для инвесторов.

Более того, в 2009 кризисном году из 88,6 млрд. рублей прибыли, полученной всей промышленностью региона, 81,6 млрд. рублей, или 92 %, были получены в отраслях добывающего сектора экономики, доминирующее значение в котором принадлежит отрасли нефтедобычи [1].

Уровень рентабельности добывающих отраслей на протяжении всего анализируемого периода почти вдвое превышал средний уровень рентабельности по промышленности Республики Татарстан. Так, если в среднем по промышленности уровень рентабельности в 2011 году составлял 16,5 %, то в отраслях добычи полезных ископаемых – 37,9 %, что более чем вдвое больше. Отрасль добычи полезных ископаемых и, прежде всего, нефтедобывающий сектор характеризуется высоким уровнем инвестиционной привлекательности, так как каждый четвертый рубль совокупных инвестиций в промышленность Республики Татарстан приходился в 2011 году на нефтедобывающие предприятия.

В то же время, немаловажное значение в ускоренных темпах развития отрасли принадлежит фактору ценообразования. Так, в кризисном 2009 году индекс цен в целом по промышленности в регионе составлял только 128,5 %, а в секторе добычи полезных ископаемых он достигал 220 %. Даже в относительно стабильном 2011 году цены на нефть росли вдвое быстрее, чем цены на промышленную продукцию в целом по отрасли. Если в целом по промышленности индекс роста цен составлял в 2011 году 116,5 %, то в отрасли добычи полезных ископаемых он был вдвое выше и составил 132,2 % [1].

Ускоренными темпами развивались организационные факторы в отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых. Так, если в целом по промышленности региона за период с 2005 по 2011 годы количество вновь созданных предприятий выросло с 5676 до 7966 единиц, или на 40 %, то в отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых их количество увеличилось за этот же период более, чем в 2,5 раза. В то же время, несколько сократилась доля отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых в совокупном объеме производства промышленности Республики Татарстан с 39,4 % в 2005 году до 27,6 % в 2011 году. Данная тенденция объясняется строительством ряда крупнейших в Европе нефтеперерабатывающих предприятий, которые в статистическом учете не входят в сектор добычи топливно-энергетических полезных ископаемых [1].

Организационные факторы ускоренного роста отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых отразились также и в доминировании частной организационно-правовой формы среди предприятий отрасли. По данным

официальной статистики, в 2011 году почти 9 из 10 предприятий отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых находились в частной форме собственности, что можно рассматривать как одну из важнейших предпосылок развития в этом секторе экономики консультационных услуг, являющихся одним из действенных инструментов роста их конкурентоспособности.

Практически 100 % объемов производства отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых приходится на негосударственные предприятия, в том числе 30 % этих объемов приходится на частные и 70 % на предприятия смешанной формы собственности. Достаточно интересны тенденции в формировании среднесписочной численности работников этой отрасли и принадлежности ее основных фондов. Так, почти 56 % работников отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых работает в частных предприятиях и 44 % – в смешанных. А вот основные фонды отрасли преимущественно (72 %) принадлежат предприятиям смешанной формы собственности, что вполне закономерно, и только 28 % основных фондов отрасли находятся в частной собственности. Эта тенденция объясняется участием государства во владении основными фондами предприятий добычи топливно-энергетических полезных ископаемых как представителем интересов общества в отношении полезных ископаемых, залегаемых на территории проживания его населения.

Таблица 1

**Структура основных показателей отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых и промышленности Республики Татарстан в целом по формам собственности в 2011 году (в процентах) [1]**

	Количество организаций и территориально-обособленных подразделений	Объем отгруженных товаров (работ, услуг)	Средне-списочная численность работников	Полная учетная стоимость основных фондов на конец года
Промышленность всего: в том числе по формам собственности:	100	100	100	100
- государственная	5,1	1,5	5,7	1,6
- муниципальная	1,1	0,4	1,8	1,1
- общественных организаций	0,5	0,1	0,4	0,0
- частная	86,6	45,4	55,4	41,9
- смешанная и иные формы	6,7	52,6	36,7	44,6
Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых: в том числе по формам собственности	100	100	100	100
- частная	88,6	30,4	55,7	28,2
- смешанная и иные формы	11,4	69,6	44,3	71,8

Таким образом, можно с относительной уверенностью утверждать, что пропорционально росту количества предприятий в отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых увеличивается емкость рынка консалтинговых услуг, что, в свою очередь, способствует появлению новых консалтинговых компаний. Иначе говоря, спрос рождает предложение.

В то же время, малые предприятия в отрасли добычи топливно-энергетических полезных ископаемых функционируют в основном в высокзатратных и низкоэффективных месторождениях, приносящих относительно низкую прибыль, а средства на оплату консультационных услуг у них, как правило, формируются за счет собственных и заемных источников. При этом заемные средства покрывают значительную часть этих затрат, так как кредитоспособность этих предприятий достаточно высока и их деятельность привлекательна для банков.

Наиболее значимые региональные предпосылки развития рынка консультационных услуг в Республике Татарстан, по сравнению с субъектами Приволжского федерального округа, которые можно выразить общепризнанными статистическими показателями, мы сконцентрировали в таблице 2.

Как свидетельствуют официальные данные, среди регионов Приволжского федерального округа Республика Татарстан выделяется по целому ряду параметров, имеющих непосредственное отношение к активизации процессов формирования и развития рынка консультационных услуг.

Таблица 2

**Сравнительные показатели, характеризующие предпосылки развития консультационных услуг в регионах Приволжского федерального округа за 2011 год [3]**

	Ип	Ои	Дз	Трп	Дп	Трк	Врп	Чп
Республика Чувашия	104,5	41572	13,6	73,3	59,5	98,4	109068	23904
Кировская область	120,9	30552	6,6	153,0	56,1	99,1	103851	40839
Нижегородская область	121,1	172320	8,7	111,9	59,8	98,9	163841	91533
Оренбургская область	109,5	88756	3,8	49,1	61,0	100,4	196257	40941
Пензенская область	113,1	46273	8,80	75,4	56,8	100,5	109587	27185
Пермский край	133,9	129943	6,4	12,3	55,2	100,7	201324	75714
Республика Башкортостан	124,2	139570	9,8	121,0	79,2	100,6	158932	81383
Республика Марий Эл	129,0	15878	2,9	93,2	65,2	101,1	98360	15522
Республика Мордовия	134,6	32583	4,0	81,6	65,5	101,1	111904	16295
Республика Татарстан	109,6	267990	6,4	49,4	68,2	99,1	234324	104469
Республика Удмуртия	103,9	41309	19,4	95,0	55,9	100,4	150170	37188
Самарская область	115,1	132569	10,5	135,1	54,4	99,4	182612	102705
Саратовская область	112,3	78073	7,0	112,3	56,3	98,1	127365	54009
Ульяновская область	125,9	44848	4,4	84,9	63,6	101,2	117245	28767

где:

Ип – индекс промышленного производства (%),

Ои – объем инвестиций в основной капитал (млн. руб),

Дз – доля просроченной задолженности по кредитам юридическим лицам (%),

Трп – темп роста прибыли рентабельных предприятий (%),

Дп – доля прибыльных предприятий (%),

Трк – темп роста кредитов, выданных юридическим лицам (%),

Врп – валовой региональный продукт на душу населения (рублей),

Чп – число предприятий и организаций.

Так, Республика Татарстан лидирует в 2011 году среди субъектов округа по объему инвестиций в основной капитал, величина которого приблизилась в регионе к 270 млрд. рублей, что намного опережает ближайшего конкурента – Нижегородскую область, где величина этого показателя ниже почти на 100 млрд. рублей.

Вторую позицию после Республики Башкортостан (79,2 %) занимает Республика Татарстан по доле прибыльных предприятий в общем количестве предприятий и организаций региона, величина которой достигла в 2011 году 68,2 %. Данную предпосылку можно рассматривать как региональную финансовую составляющую развития рынка консультационных услуг в Республике Татарстан.

Опережающие позиции занимает экономика Республики Татарстан и по таким важнейшим структурообразующим показателям, как величина ВВП на душу населения и совокупное количество субъектов экономики региона. Так, в 2011 году величина ВВП на душу населения в регионе составляла 234324 рублей, что выше ближайшего конкурента в лице Пермского края на 16 % [3].

Существенной предпосылкой развития регионального рынка консультационных услуг является растущая в регионе предпринимательская активность, выражающаяся, в частности, росте задолженности по кредитам, предоставленным кредитными организациями юридическим лицам.

Представленные в таблице 2 официальные статистические данные достаточно ярко иллюстрируют сложившуюся в этой сфере ситуацию среди субъектов Приволжского федерального округа. Так, Республика Татарстан лидирует по объему задолженности по кредитам, предоставленным кредитными организациями юридическим лицам, величина которого в 2011 году достигла 328,6 млрд. рублей. Эта величина предпринимательской активности свидетельствует об инвестиционной привлекательности отраслей экономики региона, кредитоспособности банковской системы, а также относительно высокой эффективности бизнес-проектов, разработка и реализация которых являются потенциалом развития рынка консультационных услуг в регионе.

Более того, даже в кризисный 2009 год объем задолженности по кредитам, предоставленным банками юридическим лицам в Республике Татарстан, был самым высоким среди субъектов Приволжского федерального округа и превышал 283 млрд. рублей, что значительно выше аналогичного показателя у ближайшего конкурента – Самарской области, где величина этого показателя составляла 231 млрд. рублей [3].

Важной составляющей всей совокупности предпосылок развития регионального рынка консультационных услуг являются данные о проникновении информационных и коммуникационных технологий в бизнес-процессы. Если проанализировать эти данные в разрезе субъектов Приволжского федерального округа, то Республика Татарстан имеет все шансы полноценно использовать потенциал информационных и коммуникационных технологий в качестве стимула развития регионального рынка консультационных услуг. Так, в 2011 году уровень охвата организаций республики процессами компьютеризации составлял 98,6 %, при этом 80,6 % всех организаций использовали локальные вычислительные сети, что выше, чем в других регионах Приволжского федерального округа. В то же время, 95,6 % организаций использовали в своей деятельности электронную почту, что выше, чем в среднем по Приволжскому федеральному округу, где этот показатель составлял 85,6 % [3].

Существенно выше в Республике Татарстан, по сравнению со средними показателями по Приволжскому федеральному округу, охват организаций региона глобальными информационными сетями. В 2011 году этот показатель в Республике Татарстан составлял 95,6 %, в то время как по округу в целом он равнялся 86,9 %, при этом каждая третья организация региона имела собственный веб-сайт.

Анализ факторов, ограничивающих инвестиционную деятельность предпринимательских структур, свидетельствует о том, что за прошедшие 10 лет значительно изменилось отношение предпринимателей к инвестиционным рискам и законодательству в сфере инвестиционной деятельности. Так, если в 2000 году каждая третья организация в качестве факторов, препятствующих инвестиционной деятельности, называла несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы, регулирующей инвестиционные процессы, то в 2010 году – только каждая десятая организация выдвигает этот фактор в качестве означенных причин. Все это свидетельствует о реальном прогрессе в сфере законодательного обеспечения предпринимательской деятельности, что также является потенциалом успешного развития консультационных услуг в регионах страны.

Важнейшей составляющей современного регионального рынка консультационных услуг является его инновационная составляющая. Республика Татарстан сегодня лидирует среди субъектов Приволжского федерального округа по затратам и освоению инновационных видов продукции, что является огромным потенциалом развития консультационных услуг как важного фактора эффективной коммерциализации нововведений. Так, в 2011 году в Республике Татарстан функционировало 169 организаций, занимавшихся инновационной деятельностью, что составляет свыше 18 % от общего их количества в регионе. Данные параметры существенно превышают аналогичные показатели по другим субъектам Приволжского федерального округа, таким как Республика Башкортостан (13,5 %), Нижегородская

область (17,7 %), Самарская область (9,8 %), Пермский край (13,6 %), Удмуртия (15,1 %). При этом основная часть инновационной активности предпринимателей Республики Татарстан приходилась на технологические инновации, как наиболее сложные и эффективные виды инновационной деятельности [2].

Еще более выраженное доминирование Республики Татарстан проявляется при сопоставлении капитальных и текущих затрат на инновации с аналогичными показателями субъектов округа. Так, в 2011 году в Республике Татарстан совокупные капитальные и текущие затраты на инновации составили 44,4 млрд. рублей, в то время как в Нижегородской области этот показатель составил 30,4 млрд. рублей, в Самарской области – 17,6 млрд. рублей, Республике Мордовия – 16,1 млрд. рублей, Пермском крае – 17,3 млрд. рублей, Ульяновской области – 1,8 млрд. рублей [2].

Таким образом, в качестве предпосылок развития регионального рынка консультационных услуг в нефтедобывающей отрасли Республики Татарстан можно обозначить следующие:

- формирование территориально-производственных кластеров, ориентированных на высокотехнологичные методы добычи нефти, с концентрацией таких кластеров в урбанизированных городах республики;
- формирование и развитие малых нефтедобывающих компаний, ориентированных на добычу нефти в низкоэффективных и слабо разработанных месторождениях с использованием современных технологий (механизированных, ресурсосберегающих и экологически адаптированных);
- развитие крупных транспортно-логистических и производственных узлов в рамках развития нефтедобывающей отрасли региона, обладающей необходимым потенциалом пропускной способности и обеспечивающей целостную взаимосвязь центров экономического роста, с постепенной ее интеграцией в развивающиеся мировые транспортные системы;
- значительное снижение внутрирегиональной дифференциации в уровне и качестве социальной среды и доходах населения, сближении стандартов жизни между столичными регионами и провинцией, крупными и малыми городами в нефтедобывающих районах республики;
- высокий уровень научно-технического и образовательного потенциала крупных городских агломераций с высоким качеством среды обитания и человеческим потенциалом, динамичной инновационной и образовательной инфраструктурой;
- формирование и развитие за счет высокой доли в бюджете региона нефтедобывающих отраслей относительно крупных финансовых центров в столице региона с соответствующей финансовой инфраструктурой;
- формирование динамично развивающихся городов в нефтедобывающих регионах республики, характеризующихся притоком населения, инвестиций и соответствующей социальной и производственной инфраструктурой;
- создание региональной составляющей человеческого потенциала в нефтедобывающих районах республики, опирающегося на высокий уровень образовательного и профессионального потенциала, исторически сложившегося в высших учебных заведениях Татарстана.

### Список литературы

1. Промышленность Республики Татарстан за 2011 год // Статистический сборник.
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан (Татарстанстат). – Казань: Изд-во Татарстанстата, 2012. – 190 с.
3. Наука и инновации в Республике Татарстан в 2011 году // Статистический сборник. – Казань: Изд-во Татарстанстата, 2012. – 185 с.
4. Россия в цифрах 2012 // Краткий статистический сборник. – М.: Росстат, 2012. – 112 с.

**Sabirov I.F.** – researcher

E-mail: u1702@mail.ru

**Kazan National Research Technological University**

The organization address: 420015, Russia, Kazan, K. Marks st., 68

### **Prerequisites for the formation and development of the regional market of consulting services in the oil sector of the economy of the Republic of Tatarstan**

#### **Resume**

The author reveals the main economic, organizational and managerial background enhancing consulting services market in the oil sector of the regional economy, holds their regional comparisons among regions of the Volga Federal District, reveals the effect of innovation activities of the Federation as a potential consulting practice for commercialization of innovation. A special concern is paid to identify the specifics of this process in the Republic of Tatarstan, of which the author highlights such as the development of regional industrial clusters focused on high-tech methods of oil production, with a concentration of such clusters in urban cities of the Republic, the largest transport and logistics and industrial sites within the development of the oil industry in the region, possessing the potential capacity and provides a holistic relationship centers of economic increase, with its gradual integration into the developing world transport system.

In addition, the author marks the formation and development of small oil companies focused on oil production in inefficient and poorly developed fields using modern technology (mechanized, resource-saving and environmentally-adapted), a high level of technical, scientific and educational potential of the major metropolitan areas with a high quality environment residence and human potential, dynamic innovation and educational infrastructure, formation of dynamic cities in the oil-producing regions of the Republic, characterized by the influx of population, investment, and related social and industrial infrastructure, the creation of the regional component of human capital in the oil producing areas of the Republic, based on the high level of educational and professional capacity historically rooted in higher educational establishments.

**Keywords:** consulting services, activation background, innovative component, competition on the oil market, small oil companies.

#### **References**

1. The industry of the Republic of Tatarstan of 2011 // Statistical digest. Federal statistics agency of the Republic of Tatarstan (Tatarstanstat). – Kazan: Tatarstanstat edition, 2012. – 190 p.
2. Territorial body of the Federal State Statistics Service of the Republic of Tatarstan (Tatarstanstat). – Kazan: Tatarstanstat, 2012. – 190 p.
3. Science and Innovation in the Republic of Tatarstan in 2011 // Statistical Yearbook. – Kazan: Tatarstanstat, 2012. – 185 p.
4. Russia in absolute terms 2012 // Statistical digest. – M.: Rosstat, 2012. – 112 p.

УДК 338.242.2

Сиразетдинов Р.М. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: rustem.m.s.\_1999@mail.ru

Мавлютова А.Р. – студент

E-mail: mavliutovaa@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### Экодевелопмент как главный инструмент устойчивого развития инновационной экономики

#### Аннотация

Большинство развитых стран сменили курс своего развития с «неограниченного экономического роста» на путь в рамках концепции устойчивого развития. Одним из главных инструментов устойчивого развития цивилизации является экодевелопмент. Экодевелопмент в строительстве имеет серьезные преимущества перед традиционным подходом как двигатель инновационной экономики, средство построения здорового общества и улучшения качества окружающей среды. Разработаны международные стандарты экодевелопмента и методы экологической оценки недвижимости для сертификации зданий. В статье проанализирована хронология внедрения технологий экодевелопмента в мире и предложены рекомендации по его развитию в России.

**Ключевые слова:** экодевелопмент, устойчивое развитие, энергоэффективность, международные стандарты оценки экологической эффективности.

В последнее время все чаще поднимаются проблемы мировой и национальной экологии: влияние антропогенных факторов на окружающую среду достигло своего апогея. Общество осознало необходимость внесения фундаментальных изменений в принципы развития цивилизации. Сегодня большинство развитых и развивающихся стран предпочли путь устойчивого развития, отказавшись от общепринятой концепции «неограниченного экономического роста» [1].

В России огромные территории воспринимаются как источники неисчерпаемых богатств, экологические нормы при строительстве обходятся любыми путями. Благодаря новым технологиям недвижимость строится все быстрее и быстрее, во все больших и больших масштабах. Ситуация с экологией особенно резко ухудшилась в последние годы, когда в период девелоперского и строительного бума начали осваивать зеленые территории, земли сельскохозяйственного назначения, леса и рекреационные территории. Вопросы экологии строительства игнорировались девелоперами: в погоне за сверхприбылями они, не задумываясь, обеспечивали предложением растущий спрос. В высококачественных зданиях класса А, вероятно, могли использоваться современные экологичные материалы и всевозможные «умные» датчики и контроллеры, однако в совокупности тема энергосбережения и охраны окружающей среды не рассматривалась. Об экологии девелоперы задумывались только в связи с вынужденным согласованием соответствующей разрешительной документации или с продвижением объектов – размещенные в экологически чистых районах и рядом с лесопарками объекты всегда пользовались большим спросом [2].

Одним из главных курсов и инструментов устойчивого развития нашей цивилизации является экологический девелопмент (экодевелопмент). Экодевелопмент недвижимости – это строительство и модернизация объектов недвижимости с использованием экологических подходов, материалов, технологий, соблюдением экологических норм и требований при проектировании и строительстве, с закладыванием дружественных окружающей среде решений для всех этапов жизненного цикла объектов. Стандарты экодевелопмента призваны повысить эффективность водо- и энергопотребления, улучшить качества внутренней среды помещений, контролировать выброс вредных веществ в атмосферу, обеспечить экономическое благополучие и социальное здоровье населения.

Об экодевелопменте впервые заговорили в США в конце 70-х годов в период энергетического кризиса, и через несколько лет им всерьез заинтересовались европейские архитекторы. Вынужденно возникли такие технологии и понятия, как самонагревание, охлаждение за счет солнечной радиации, возобновляемые источники энергии, суперизоляция, энергоэффективные приборы, бионическая архитектура. В конце 80-х годов концепция экодевелопмента стала достойной альтернативой традиционному проектированию и строительству и прочно закрепилась сначала в Германии, Нидерландах и Скандинавии, а потом «захватила» Америку и Канаду. В настоящий момент в Европе экодевелопмент получил широкое развитие и 60 % всех новых проектов являются «зелеными», а в Дубае и Китае начали возводить целые экогорода [3].

В последние десятилетия при участии архитекторов, строителей, инженеров, различных общественных и государственных организаций были разработаны мировые стандарты экодевелопмента и методы экологической оценки недвижимости. Применяются они, как правило, добровольно, но с учетом реалий рынка. На основе стандартов оценивается экологическая эффективность объекта, его влияние на окружающую среду, а по результатам оценки зданию присваивается сертификат одной из пяти ступеней.

Всего в мировой практике применяются примерно 12 «зеленых» стандартов: в Австралии Green Star, в Японии CASBEE, в Китае GOBAS, в Германии DGNB и другие. Однако, в силу своей специфики, для внешних рынков данные стандарты не применимы и используются только внутри страны-разработчика. Поэтому Бельгия, Голландия, Испания и Франция, имея свои стандарты, все равно сотрудничают с английской корпорацией BRE Global, которая в 1990 г. разработала и внедрила лидирующие по своей распространенности в мире BREEAM Europe и BREEAM International. Вторым по популярности стандартом является стандарт LEED, разработанный в США. При оценке по зеленым стандартам, как правило, используются общие параметры: местоположение здания, потребление энергии и воды, свойства строительных материалов, внутренняя среда помещений. Отличительной особенностью каждого стандарта является механизм проведения оценки и система присвоения баллов по параметрам. Основной причиной меньшей распространенности в мире стандарта LEED видится то, что он имеет четкую структуру и ориентирован только на строгое соответствие американским нормам, а требования BREEAM, в свою очередь, более лояльны и легко адаптируются к особенностям строительства любой географии. Популярность последней уже давно покинула пределы Великобритании: разработаны особые версии BREEAM для Германии, Испании, Норвегии и Швеции. Сегодня по всему миру добровольную сертификацию прошли более 200 000 проектов, более миллиона зданий зарегистрировано на прохождение процедуры [4].

В России первым объектом коммерческой недвижимости, прошедшим сертификацию по стандарту BREEAM, стал четырнадцатизэтажный бизнес-центр «Дукат Плейс III» в 2010 году. Девелопером выступила компания «Хайнс», благодаря инициативам которой энергопотребление здания в 2010 году уменьшилось на 35 % (в сравнении с 2008 годом), за счет чего экономия для арендаторов составила около 190 000 долларов в год. С целью повышения показателей энергоэффективности в «Дукат Плейс III» были максимально модернизированы и оптимизированы все системы автоматизации и диспетчеризации объекта: от установки водомерных счетчиков и датчиков освещенности и движения до внедрения контроллеров управления лифтами с наибольшим сроком ожидания до 15 секунд; в управлении объектом «Хайнс» использует современные подходы Facility Management.

Стандарт LEED (англ. Leadership in Energy and Environmental Design – Руководство в энергоэффективном и экологическом проектировании) разработан в 1998 г. В 112 странах мира по нему уже сертифицировано более 75 млн. квадратных метров застроенной площади, и, по статистике американских экспертов, каждый день сертификацию проходят 150 000 квадратных метров. Первым в России зданием, сертифицированным с рейтингом LEED Gold, стал завод международного подшипникового холдинга SKF в промышленной зоне Боровлево-2 в Твери в октябре 2010. Для повышения уровня экологичности и качества производства и для снижения эксплуатационных расходов огромного промышленного комплекса используются инновационные системы и

оборудование. Например, процесс вакуумной дистилляции позволяет 100 % повторное использование воды при фосфатировании. Процессы кондиционирования и охлаждения осуществляются с помощью чиллеров, в зимний период помещения отапливаются за счет отводимого тепла. Для всех основных площадей в светлое время суток обеспечено естественное освещение. В сравнении с первоначальными показателями проекта энергопотребление снижено более чем на 40 % [5].

В России для создания собственных адаптированных к специфике нашей страны стандартов экологического строительства и девелопмента учреждена общественная организация «Совет по экологическому строительству в России» (Russian Green Building Council – RUGBC). Однако заинтересованность международных инвесторов в российских экостандартах уже сейчас ставится под серьезные сомнения. Независимая экологическая сертификация и присвоенный высокий уровень энергоэффективности здания являются значимым конкурентным преимуществом, улучшают имидж проекта, а в рамках маркетинговой стратегии эффективно работают в качестве рекламы для потенциальных инвесторов [6].

Необходимость сертификации по какому-либо стандарту должна быть обоснована еще в прединвестиционной фазе жизненного цикла объекта, так как существенные изменения и отклонения от проекта на этапе строительства дополнительно привнесут серьезные затраты. Здания, при проектировании которых требования экологических стандартов не были учтены, также могут зарегистрироваться и пройти сертификацию, но они, как правило, получают невысокий рейтинг.

Очевидно, что разработка и внедрение стандартов экодевелопмента стимулирует развитие бизнеса, повышает качество жизни общества и стабилизирует состояние окружающей среды. Это эффективный инструмент разумной экономики: экотехнологии в строительстве сохраняют деньги на всех этапах и способствуют интеграции в мировое движение, являются ключом к зарубежным инвестициям и признанию на мировом уровне. В социальном, экологическом и экономическом аспектах можно выделить следующие преимущества:

1. Преимущества для окружающей среды (экологические):

1.1. Значительное сокращение твердых, жидких и газообразных выбросов.

1.2. Расширение и защита естественной среды обитания и биологического разнообразия.

1.3. Сохранение природных ресурсов.

2. Преимущества для здоровья и общества (социальные):

2.1. Создание более комфортной внутренней среды в помещениях по качеству воздуха, тепловым и акустическим характеристикам.

2.2. Сокращение нагрузки на городскую инфраструктуру.

2.3. Повышение качества жизни с помощью оптимального градостроительного проектирования – размещения мест приложения труда в непосредственной близости жилых районов и социальной инфраструктурой (школы, медучреждения, общественный транспорт и т.д.).

3. Экономические выгоды:

3.1. На 25 % снижается энергопотребление, и соответственно достигается уменьшение затрат на электроэнергию.

3.2. Уменьшение потребления воды на 30 % закономерно приводит к значительному снижению издержек на водоснабжение.

3.3. Сокращение затрат на обслуживание здания достигается за счёт более высокого качества современных средств управления, эффективного контроля и оптимизации работы всех систем.

3.4. Увеличенная текущая чистая выручка (например, 3 %-ная премия на средней норме арендного договора) и стоимость активов собственности (например, 10 %-ная премия на коммерческой ценности) может привести к более низким финансовым и страховым затратам.

3.5. Уменьшение количества отказов от аренды и собственности, увеличение удовлетворенности арендаторов, что также может привести к снижению издержек.

3.6. Внедрение принципов Зелёного строительства является эффективной маркетинговой составляющей проекта, способствует скорейшей окупаемости арендных площадей и большей лояльности арендаторов.

3.7. Стабильные темпы роста экостроительства приведут к созданию нового сегмента эконедвижимости на рынке с формированием устойчивого спроса, что окажет благотворное влияние на рынок недвижимости в целом.

3.8. Формирование и развитие института экологической оценки недвижимости в России.

3.9. Здания, построенные с использованием Зелёных технологий, способствуют сохранению здоровья работающих в них людей, что может снизить потери от выплат по медицинскому страхованию.

3.10. Постоянное снижение себестоимости. В настоящий момент дополнительная себестоимость может быть амортизирована в ходе эксплуатации здания и обычно компенсируется в течение первых 3-х или 5-ти лет за счёт снижения эксплуатационных издержек [7].

На сегодняшний день сопоставление процессов и результатов развития и внедрения экодевелопмента в России и Европе показывает, что в данной отрасли мы отстаем по всем параметрам: от идеи и инноваций до количественных и качественных характеристик реализуемых проектов. На Западе при поддержке государства активно развиваются технологии, высок уровень информированности и заинтересованности общества, созданы волна оптимизма и подлинная мода на энергоэффективные технологии. Российские же девелоперы, как правило, объясняют свой отказ от green building дороговизной, слабым спросом со стороны покупателей или арендаторов, отсутствием господдержки и т.п. Конечно, и у нас есть продвинутые архитекторы, специалисты, которые задумываются о таких вещах, но это не типовые случаи, а скорее исключения из правил. В целом, в России комплексной информации не найти, скептицизм процветает даже среди профессионалов, нет ни внятной мотивации девелоперов и инвесторов, ни поддержки со стороны государства или общественного мнения.

Несмотря на то, что экодевелопмент имеет серьёзные преимущества перед традиционным подходом как двигатель инновационной экономики, средство построения здорового общества и улучшения качества окружающей среды, пока в России существенной мотивацией для внедрения экотехнологий является лишь запредельная стоимость подключения мощностей в центральных районах крупных регионов страны и постоянное удорожание тарифов. Не исключено, что при определенном уровне цен на энергоресурсы содержание «обычных» зданий в эксплуатационной фазе жизненного цикла может оказаться разорительным. Для развития в России экодевелопмента, призванного решать подобные сложные проблемы экологии и экономики, в первую очередь, необходима мощная поддержка со стороны государства в виде дотаций и специальных льготных программ, поощряющих использование в строительстве возобновляемых источников энергии; планомерное ужесточение строительных норм; создание соответствующих федеральных законов и нормативных актов. Пока первым и единственным законом, стимулирующим становление экодевелопмента в нашей стране, стал Закон об энергоэффективности от 23.11.2009 № 261-ФЗ, нормативные акты к которому отсутствуют, а под условия существующих льготных программ попадают лишь представители крупного строительного бизнеса. В России ситуация также осложняется тем, что резкое ужесточение строительных норм может привести к росту себестоимости любого строительства и падению и без того низких объемов возводимого жилья, поэтому решающее значение со стороны государства будет иметь своевременное и адекватное реформирование российских СНиПов и разработка сильной жилищной программы.

#### Список литературы

1. Вакуленко В.М. Экодевелопмент начинается в головах // Проект Балтия, 2012, № 3 (27). – С. 3-7.
2. Сиразетдинов Р.М. Основные направления повышения уровня доступности жилья в рамках инновационной жилищной политики // Российское предпринимательство, 2011, № 9 (выпуск 1). – С. 169-175.

3. Поляков А.В. Экологическое строительство – от мировой идеи к национальному становлению // Вестник РСС, 2012, № 3 (22). – С. 28-29.
4. Семенин Д.И. Инновации в строительстве глазами девелоперов // Здания высоких технологий, 2012, № 4 (4). – С. 23-25.
5. Вахрушева С.В. Эффективный эко-стиль // Практика торговли, 2011, № 2 (14). – С. 3-4.
6. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса. // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 41-56.
7. Ломакина Т.А. Green development в России: современные реалии и перспективы // Commercial Real Estate, 2012, № 6 (181). – С. 15-18.

**Sirazetdinov R.M.** – candidate economic sciences, associate professor

E-mail: rustem.m.s\_1999@mail.ru

**Mavlyutova A.R.** – student

E-mail: amavliutova@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### **Ekodevelopment as the main tool for sustainable development**

#### **Resume**

Most developed countries have changed the course of its development, with «unlimited growth» on the way in the framework of sustainable development. One of the main instruments for sustainable development of civilization is ekodevelopment.

Analysis of the implementation of a framework ekodevelopmenta abroad indicates the presence of rich experience in the implementation of «green» projects and mass application of international standards for evaluating the environmental performance of buildings and their subsequent certification that shows the relevance of this area. Ekodevelopmenta standards designed to improve energy efficiency, reduce operational costs in phase, to ensure the economic and social wellbeing of the population, etc. The format ekodevelopmenta value of the building not associated with the analysis of the cost of construction, and the cost of resources to the assessment of the object for the entire life cycle.

Despite the obvious benefits ekodevelopment hard to take root in Russia. For its development needs a strong government support in the form of grants and concessional programs that promote the use of environmental technology developers, to create regulations for the Law on Energy Efficiency and reform of the Russian SNIP.

**Keywords:** ekodevelopment, sustainable development, energy efficiency, international standards of environmental performance evaluation.

#### **References**

1. Vakulenko V.M. Ekodevelopment begins in the mind // Project Baltia, 2012, № 3 (27). – P. 3-7.
2. Sirazetdinov R.M. The main directions of increase of level of availability of housing within innovative housing policy // Russian predprinimatelstvo, 2011, № 9 (vypusk 1). – P. 169-175.
3. Polyakov A.V. Green building – from the idea to the world becoming a national // Bulletin of the RCC, 2012, № 3 (22). – P. 28-29.
4. Semenina D.I. Innovations in construction through the eyes of developers // Buildings high-tech, 2012, № 4 (4). – P. 23-25.
5. Vakhrusheva S.V. Effective eco-style // The practice of trade, 2011, № 2 (14). – P. 3-4.
6. Zagidullina G.M., Kleshcheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex. // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 41-56.
7. Lomakina TA Green development in Russia: Current Realities and Prospects // Commercial Real Estate, 2012, № 6 (181). – P. 15-18.

УДК 620.9:658.5(075)

Фаррахов А.Г. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: v1003725@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Основы управления коммунальным хозяйством и организационные формы предприятий коммунальных услуг

#### Аннотация

В статье изложены основы управления муниципальным хозяйством, приведены возможные организационные формы муниципальных предприятий и формы управления их имущественными комплексами. Для сравнения и возможного обмена опытом представлен краткий обзор особенностей управления городским хозяйством в ряде стран Восточной и Западной Европы разной степени экономического развития. Сделан вывод о приоритетности сохранения контролирующей роли государства в сфере оказания коммунальных услуг.

**Ключевые слова:** жилищно-коммунальное хозяйство, организационные формы, управление, муниципальные унитарные предприятия.

Управление жилищно-коммунальным хозяйством (ЖКХ) и, как следствие, оказание коммунальных услуг является одним из важнейших факторов жизнеобеспечения муниципальных образований [1, 2]. Проводимые в ЖКХ реформы, особенно после вступления в силу в 2005 г. Жилищного кодекса РФ, привели к значительным изменениям форм собственности, экономических отношений и хозяйственного механизма в деятельности предприятий этой сложной отрасли, что, в силу специфики этих процессов, осложняет внедрение в сфере оказания коммунальных услуг эффективных форм и методов управления. Специфика, характерная управлению ЖКХ, связана со сложностью возникающих взаимосвязей хозяйствующих субъектов и потребителей услуг, обусловленных самой схемой производственно-потребительского взаимодействия. Для такого взаимодействия становятся неизбежными противоречия между рыночной (экономической) природой производства и оказания услуг, с одной стороны, и социальным характером их потребления, с другой. Социальная составляющая в управлении ЖКХ заключается в создании потребителям комфортных и безопасных условий проживания. Экономическая составляющая связана с постоянным характером потребительского спроса на рынке оказания коммунальных услуг, возможностью преобразования их на принципах самокупаемости и, в силу этого, представляет большой интерес для привлечения частного бизнеса. При этом, несмотря на рыночные условия, частному бизнесу приходится действовать в условиях оказания коммунальных услуг, регулируемых органами управления разных уровней, и соблюдения этики и социальной ответственности бизнеса.

В регионах России, вследствие большого их разнообразия и особенностей, связанных с административно-политической структурой местной власти, природно-географическими условиями, со степенью экономического развития, сложились различные схемы административного управления ЖКХ – от жесткой вертикали власти до практически полной самостоятельности муниципальных образований. Для последних также характерно преобладание административных начал или развитие рыночных отношений [3].

Процесс оказания коммунальных услуг связан со ресурсоснабжением потребителей, к которым относятся предприятия, учреждения, организации всех форм собственности и граждане конкретного муниципального образования. Субъектами, снабжающими ресурсами, в системе ЖКХ выступают организации, поставляющие их потребителям через присоединенные сети.

В городах и других муниципальных образованиях между ресурсоснабжающими субъектами и конечными потребителями поставляемых ресурсов (услуг) стоят муниципальные предприятия, в ведении которых состоят распределительные внутриквартальные и внутридомовые сети и сооружения. Они действуют на основе договоров, заключаемых как с конечными потребителями, так и с ресурсоснабжающими субъектами, и, по существу, являются посредниками – перепродавцами ресурсов, собирая со всех потребителей плату за ресурсы и рассчитываясь с поставщиками. К муниципальным хозяйствующим субъектам относятся муниципальные унитарные предприятия (МУП) и муниципальные учреждения (МУ), которые составляют муниципальный сектор экономики.

Согласно действующему законодательству муниципальные образования могут быть учредителями коммерческих и некоммерческих хозяйствующих субъектов [1]. К коммерческим относятся открытые акционерные общества, общества с ограниченной ответственностью, муниципальные унитарные предприятия. Некоммерческими являются муниципальные учреждения, некоммерческие партнерства, фонды и автономные некоммерческие организации.

Муниципальные унитарные предприятия по своей природе призваны оказывать населению жизненно важные услуги в жилищно-коммунальной сфере. Поэтому для органов местного самоуправления регулирование деятельности МУП является сложной проблемой, и неэффективное управление ими может привести к несостоятельности предприятий и потере муниципальной собственности. В таких условиях муниципальным органам следует привлекать к управлению имуществом МУП частный капитал.

В настоящее время действующим законодательством предусмотрены 4 формы управления имуществом комплексными муниципальными предприятиями, как:

1. Аренда, преимуществом которой являются регулярные поступления платежей в местный бюджет, возможность дифференцировать арендные платежи. Недостатком аренды является немотивированность арендатора инвестировать в муниципальную собственность в условиях краткосрочной аренды.

2. Концессия – форма долгосрочной аренды. Она так же, как и обычная аренда, предусматривает инвестирование средств концессионера в имущество арендуемого предприятия. Концессия может быть наиболее эффективной для монопольных и привлекательных в инвестиционном отношении муниципальных предприятий, в частности, в сфере теплоснабжения. Мотивирующим концессионера фактором может быть освобождение его от арендной платы за арендуемое имущество при инвестировании этих средств в развитие предприятия. Длительность концессионного соглашения может составлять до 50 лет.

3. Доверительное управление. Оно заключается в передаче имущественного комплекса МУП на определенный срок доверительному управляющему, обязующемуся управлять им в интересах муниципального образования за предусмотренное договором вознаграждение. Источником вознаграждения являются доходы предприятия. Обычно срок договора доверительного управления не превышает 5 лет.

4. Акционирование имущественных комплексов МУП при сохранении за муниципальным образованием контрольного пакета акций. При таком условии реальные рычаги управления предприятием остаются у органа местного самоуправления. Акционирование позволяет повысить эффективность предприятия за счет его большей хозяйственной самостоятельности, что делает возможной продажу или передачу под управление части акций заинтересованному инвестору.

Разнообразие форм управления имуществом комплексными МУП и связанными с ними хозяйствующими субъектами делает выбор наиболее эффективной его формы весьма сложной задачей. Принятие оптимального решения требует учета в каждом конкретном случае многих факторов, составляющих предмет их деятельности. При этом муниципальные органы, не отрицая преимуществ частного бизнеса, все же

стремятся сохранить управляемость предоставлением муниципальных услуг, особенно в монопольных сферах. Все это нашло соответствующее отражение в 20-летней истории российского опыта управления жилищно-хозяйственным комплексом. В начальный период наиболее активно развивались арендные отношения, в отдельных случаях заканчивающиеся приватизацией через предусмотренное арендным договором право выкупа. Далее с необходимостью вовлечения частного бизнеса в крупные муниципальные и региональные хозяйствующие структуры начало преобладать акционирование. Такие формы, как доверительное управление и, особенно концессия, развития не получили, хотя на перспективность концессии периодически обращалось внимание в директивных материалах. В частности, имеющий комплексный характер закон РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ очередной раз обратил внимание на ускоренное внедрение энергетических перформанс-контрактов.

В связи с более длительным опытом привлечения частного бизнеса к управлению имущественными комплексами предприятий городского хозяйства и возможностью использования такого опыта в своей практике представляет интерес краткий обзор особенностей управления городским хозяйством в ряде стран Восточной (Венгрия, Словакия, Польша) и Западной (Франция, Финляндия) Европы, т.е. на примере стран с различной степенью экономического и политического развития.

Изучение их опыта в сфере управления городским хозяйством показало много общего с менее развитым российским опытом. В европейских странах, так же, как и в России, проявляют интерес к привлечению частного бизнеса и на уровне государственной власти и местного самоуправления оказывают содействие деловой активности частных компаний в сфере ЖКХ [4]. Такой подход позволяет экономить бюджетные средства и сохранять координирующую роль городской администрации в деятельности частных компаний.

Следует отметить, что, несмотря на разные историю и опыт рыночных отношений как в целом в экономике этих стран, так и в их коммунальном секторе, европейские страны достигли правового сближения в рассматриваемом вопросе. В большинстве стран сохранена муниципальная собственность на объекты коммунальной сферы. В качестве форм управления ими с привлечением частного капитала наибольшее распространение получили акционирование, аренда, концессия, договорное управление и договорное обслуживание. Правовая сущность самих понятий, как концессия, приватизация и акционирование, в европейских странах в зависимости от применяемых форм имеет и схожесть, и различия. Например, акционирование в этих странах, как и в России, представляет собой процесс перехода государственного предприятия в акционерное общество.

Сложнее обстоит дело с приватизацией, которая в вышеназванных странах представляет собой передачу (продажу) частным лицам собственности, как в России, а также другую форму – контроль над государственными и муниципальными предприятиями и активами, – представляющую собой приватизацию без передачи имущественных прав. Поэтому для реализации таких форм к известным методам приватизации добавляются аренда, подряд и передача государственных и муниципальных предприятий частному бизнесу. При этом наблюдается сочетание муниципальной собственности на объекты коммунальной сферы и управления этими объектами частными лицами на условиях долгосрочной аренды. Такая форма приватизации, апробированная в большинстве стран с рыночной экономикой, известна как *французская модель*, которая принята за основу для внедрения в регионах России. Естественно, для российского опыта французская модель под понятие *приватизация* не подходит.

Концессия в вышеназванных странах также имеет свои особенности – более широкий диапазон применения. Она представляет собой форму государственно-частного партнёрства и предполагает передачу концедентом (государственным,

региональным, муниципальным органом) концессионеру права на эксплуатацию различных объектов за соответствующее вознаграждение. При этом в их практике распространены следующие типы концессионных соглашений, которые обозначаются сокращенно первыми буквами названий осуществляемых концессионером мероприятий на английском языке:

1. **ВОТ** (строительство – управление – передача), когда концессионер осуществляет строительство и эксплуатацию объекта в течение договорного срока и передачу после его истечения государству.

2. **ВТО** (строительство – передача – управление), предусматривающая строительство концессионером объекта и передачу его концеденту в собственность после завершения строительства. Далее объект передаётся концессионеру в эксплуатацию.

3. **ВОО** (строительство – владение – управление), когда концессионер осуществляет строительство и эксплуатацию объекта, владея им на праве собственности без ограничения срока.

4. **ВООТ** (строительство – владение – управление – передача), когда концессионер осуществляет строительство и эксплуатацию объекта, владея им на праве собственности в течение договорного срока, по истечении которого объект переходит в собственность концедента. Данный тип концессии известен еще под названием *гринфилд-проект*.

5. **ВВО** (покупка – строительство – управление), представляющая форму продажи и включающая улучшение существующего объекта. Концедент продаёт объект частному бизнесу, который делает необходимые улучшения для эффективного им управления.

Необходимо отметить, что концессия и приватизация в такой оригинальной интерпретации составляют суть различий процесса управления городским хозяйством в странах ЦВЕ и России. Сравнение законодательно закрепленных подходов этих стран к понятиям *концессия*, *приватизация* позволяет выделить следующие их особенности:

– Федеральный закон «О концессионных соглашениях» от 21 июля 2005 г. № 115-ФЗ из перечисленных типов концессионных соглашений предусматривает только один тип – **ВОТ**;

– в законодательстве России в рамках термина приватизация не предусмотрены аренда, подряд и частные управляющие.

Таким образом, в анализируемых понятиях имеются определенные различия, которые могут создать трудности в процессе передачи опыта европейских стран России. В то же время в условиях частых кризисных явлений в экономике страны такая привлекательная форма государственно-частного партнерства, как концессия, должна мотивировать развитие инвестиционных возможностей государственной и местных властей и частного бизнеса, привлечение капитала в регионы и муниципальные образования, эффективное использование их имущества [5]. У региональных и муниципальных органов власти имеются достаточные полномочия для развития концессионных соглашений и, главное, знание особенностей собственной территории.

В целом, исследование опыта ведущих зарубежных стран по рыночному развитию системы ЖКХ, стремление обеспечить стабильную деятельность предприятий отрасли и высокое качество оказываемых услуг выявили целесообразность развития в условиях России таких направлений, как:

– демонополизация рынка оказания коммунальных услуг и развитие конкуренции в этой сфере;

– развитие новых более гибких форм приватизации и концессионных соглашений;

– сохранение контролирующей роли государства в жилищно-коммунальном комплексе.

**Список литературы**

1. Система муниципального управления: учебник для вузов / под ред. В.Б. Зотова, 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2005. – 493 с.
2. Сираждинов Р.Ж. Управление в городском хозяйстве: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2009. – 352 с.
3. Фаррахов А.Г. Основы организации и управления коммунальной энергетикой: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2012. – 102 с.
4. Плеханов А.С. Опыт стран ЦВЕ по управлению коммунальным хозяйством // Вопросы экономики, 2009, № 7. – С. 17-23.
5. Клименко А.В., Королев В.А., Варнавский В.Г. Государственно-частное партнерство. Теория и практика. – М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2010. – 228 с.

Farrakhov A.G. – candidate of technical science, associate professor

E-mail: v1003725@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**The basics of management of municipal services and organizational forms  
of the enterprises of the communal services**

**Resume**

The article describes the basics of managing the municipal economy, the specifics of which is conditioned by the emerging contradictions between the economic nature of services and the social nature of their consumption. Possible forms of organization of the municipal enterprises and forms of management of their property complexes, of a lease, concession, trust management and corporatization. Considered are the peculiarities of their management taking into account regional factors, connected with the administrative, legal, climatic, technological differences and the size of the territories of municipal formations.

For comparison and possible exchange of experience provides a brief overview of the features of urban management in a number of countries of Eastern and Western Europe varying degrees of economic development. This shows the differences in common in Russia and European countries forms of management, which form the basis of differences of the process of management of municipal services in these countries. It is noted that these differences can complicate the process of transfer of European experience of Russia.

The conclusion is made about not integrity of the compulsory privatization of the economic entities of the communal utility industry and, on the contrary, the priority of preservation of the controlling role of the state in the sphere of provision of public services.

**Keywords:** housing and communal services, organizational forms, management, municipal unitary enterprises.

**References**

1. The system of municipal management: teaching aid / under ed. V.B. Zotov, 3-edit., rev. and exp. – SPb.: Peter, 2005. – 493 p.
2. Sirazhdinov R.Zh. Management in city economy: teaching aid. – M.: KNORUS, 2009. – 352 p.
3. Farrakhov A.G. The basis for the organization and management of municipal energy sector: teaching aid. 2-edit., rev. and. exp. – Kazan: Publ. KGASU, 2012. – 102 p.
4. Plekhanov A.S. The experience of CEE countries for the management of communal economy // Economic issue, 2009, № 7. – P. 17-23.
5. Klimenko A.V., Korolev V.A., Varnavsky V.G. Public-private partnership. Theory and practice. – M.: Publ. GU VSE, 2010. – 228 p.

УДК 336.2(470.41)

Филатова Е.А. – аспирант

E-mail: filatova.kzn@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Анализ налоговых поступлений в Республике Татарстан****Аннотация**

Анализ налоговых поступлений и задолженности по налоговым платежам проводился с применением данных из отчетов за соответствующие периоды из территориального органа федеральной службы государственной статистики и управления, федеральной налоговой службы по Республике Татарстан.

В ходе проведенного анализа был сделан вывод, что налоговая ситуация в Республике Татарстан является стабильной. Поступления налогов в бюджетную систему региона изменяются в пределах нормы, то есть незначительное увеличение или уменьшение налогов не влияет на экономическую ситуацию в республике.

**Ключевые слова:** налог, налоговые доходы, бюджет, бюджетная система, коэффициент собираемости, недоимка, задолженность по налогам.

Главной доходной частью бюджета любого уровня являются налоговые доходы. Изучая структуру этих доходов, которые мобилизованы на территории Республики Татарстан за 2007-2011 гг., можно заметить, что основная часть налоговых доходов образована за счет поступления семи видов налогов (табл. 1 [9]). В данном периоде происходит увеличение долей акцизов с 3,12 % до 5,00 % и поступлений по налогам, сборам и регулярным платежам за пользование природными ресурсами с 38,96 % до 42,93 %. Однако имеет место снижение доли налога на добавленную стоимость с 11,69 % до 9,53 %, налога на прибыль организаций с 23,24 % до 19,98 %, налога на доходы физических лиц с 14,30 % до 13,93 %, налога на имущество с 6,13 % до 5,99 % и налога на совокупный доход с 1,82 % до 1,65 %.

Таблица 1

**Поступления доходов в бюджетную систему Республики Татарстан за 2007-2011 гг. (%)**

Показатель	Годы				
	2007	2008	2009	2010	2011
Всего налоговых и неналоговых поступлений	100	100	100	100	100
Налоговые доходы – всего, в т.ч.:	99,95	99,96	99,95	99,97	99,97
удельный вес налога на прибыль организаций	23,24	24,12	17,20	20,72	19,98
удельный вес налога на доходы физических лиц	14,30	14,64	19,47	16,83	13,93
удельный вес налога на добавленную стоимость	11,69	5,52	8,67	6,92	9,53
удельный вес акциз	3,12	3,06	4,56	5,34	5,00
удельный вес налога на имущество	6,13	5,57	8,85	7,26	5,99
удельный вес платежей за пользование природными ресурсами	38,96	44,53	38,22	40,14	42,93
удельный вес платежей по налогам на совокупный доход	1,82	1,80	2,22	1,90	1,65
удельный вес прочих налоговых доходов	0,69	0,72	0,75	0,86	0,97
Неналоговые доходы	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03

Наибольший удельный вес в налоговых доходах составляют прямые налоги. На соотношения прямых и косвенных налогов оказывают влияние уровень жизни и доходов населения, экономическая ситуация, темпы инфляции, приоритетность целей, которые стоят перед государством на определенном этапе развития. Из-за увеличения объемов продаж нефти и газа происходит увеличение платежей за пользование природными ресурсами в общей сумме налоговых доходов. Снижение роли имущественных налогов в

налоговых доходах объясняется увеличением поступлений по другим налогам. Поступления налогов на имущество являются стабильными как со стороны налогооблагаемых баз, так и со стороны абсолютных сумм налогов.

При анализе налоговых доходов важным моментом является сопоставление темпов роста налоговых поступлений (табл. 2 [9]).

Таблица 2

## Темпы роста налогов на территории Республики Татарстан (%)

Показатель	Годы				
	2007/2006	2008/2007	2009/2008	2010/2009	2011/2010
Всего налоговых и неналоговых поступлений	113,54	125,43	71,58	129,96	133,38
Налоговые доходы – всего, в т. ч.:	113,55	125,44	71,58	129,99	133,38
удельный вес налога на прибыль организаций	131,53	130,14	51,05	156,60	128,59
удельный вес налога на доходы физических лиц	137,35	128,41	95,23	112,36	110,37
удельный вес налога на добавленную стоимость	116,60	59,23	112,51	103,71	183,59
удельный вес акциз	90,38	123,03	106,71	151,98	124,96
удельный вес налога на имущество	114,76	113,90	113,83	106,59	109,92
удельный вес платежей за пользование природными ресурсами	99,65	143,37	61,43	136,52	142,64
удельный вес платежей по налогам на совокупный доход	124,53	124,34	88,32	110,85	115,94
удельный вес прочих налоговых доходов	122,06	130,61	74,71	148,91	150,15
Неналоговые доходы	98,58	113,32	80,41	78,93	124,07

Из табл. 2 видно, что поступления по налогу на прибыль в 2007 г., 2008 г., 2010 г., поступления НДС – в 2009 г., 2011 г. и поступления платежей за пользование природными ресурсами – в 2008 г., 2010 г. и 2011 г. были намного выше, чем темпы роста налоговых доходов в целом по республике, а в остальные периоды – меньше. Данные налоги являются основой формирования доходов бюджетов и тесно взаимосвязаны с состоянием экономики. Изменение мировых цен на нефть сказывается на платежах за пользование природными ресурсами. А механизм расчета налога на имущество предполагает относительное постоянство налогооблагаемой базы, что выражается в незначительных колебаниях абсолютных сумм данного налога за все периоды.

Каждый уровень бюджетных доходов имеет разный уровень реализации налогового потенциала. Это может быть связано с различным составом налогов, которые закреплены на любом из уровней бюджетной системы, работой налоговых органов и так далее. При анализе налоговых поступлений интересно рассмотреть их деление по уровням бюджетной системы. Из табл. 3 [9] видно, налоговые поступления по уровням бюджетной системы за пять лет существенно не менялись. Это, как можно предположить, связано с тем, что на территории региона предусматривался особый порядок распределения налоговых платежей, который образовался из-за договорных отношений Республики Татарстан с федеральным центром.

Таблица 3

**Структура налоговых поступлений в Республике Татарстан по уровням бюджетной системы за 2007-2011 гг. (%)**

Показатель	Годы				
	2007	2008	2009	2010	2011
Всего налоговых поступлений	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Федеральный бюджет	56,56	55,76	47,76	50,78	56,73
Республиканский бюджет Республики Татарстан	34,69	35,35	39,90	39,10	34,81
Местные бюджеты	8,75	8,89	12,35	10,12	8,46

Взаимоотношения регионов с федеральными финансовыми институтами строятся исходя из постепенного повышения доли бюджетов республик, краев, областей в общих бюджетных ресурсах и сокращения до минимума встречного движения налогов, а также на принципах стабилизации механизма распределения федеральных, региональных и муниципальных налогов [1].

Таблица 4

**Отраслевая структура налоговых поступлений в Республике Татарстан за 2007-2011 гг. (%)**

Показатель	Годы				
	2007	2008	2009	2010	2011
Всего налоговых поступлений	100	100	100	100	100
Сельское хозяйство	-	-	-	0,20	0,04
Рыболовство	-	0,002	0,001	0,003	0,003
Добыча полезных ископаемых	56,57	61,10	52,12	53,58	55,94
Обрабатывающие производства	10,48	8,20	10,58	13,04	11,72
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3,34	3,05	5,48	4,47	3,48
Строительство	4,43	3,56	1,11	0,00	4,14
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	6,01	5,37	7,17	7,51	6,53
Гостиницы и рестораны	0,27	0,31	0,48	0,41	0,38
Транспорт и связь	7,60	5,66	7,84	7,43	5,89
Финансовая деятельность	2,36	2,90	2,34	2,66	2,52
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	5,16	5,59	6,55	5,47	4,95
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное страхование	0,95	1,08	1,68	1,47	1,18
Образование	1,42	1,53	2,36	1,76	1,54
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	0,81	0,87	1,24	0,97	0,80
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	0,59	0,78	1,03	1,02	0,87

Для того чтобы выявить основные факторы формирования налоговых доходов, необходимо рассмотреть отраслевую структуру налоговых поступлений. При оценке налогового потенциала важно принимать во внимание характерные черты образования налоговых баз по разным налогам. Эти особенности заключаются в различных сферах деятельности предприятий, которые, в свою очередь, описываются различными показателями (трудоемкость, фондоемкость и другие), что сказывается на формировании стоимости продукции. Также на образование доходов в бюджете влияет отраслевая структура экономики. Поэтому рассмотрим структуру общей суммы поступлений налоговых доходов по отраслям экономики в бюджеты всех уровней на территории Республики Татарстан (табл. 4 [10]).

Из таблицы можно заметить, что в отраслевой структуре поступлений налогов на долю базовых отраслей экономики приходится около 75 %. В 2011 г. добыча полезных ископаемых ниже, чем в 2007 г. – на 0,6 %; торговля и общественное питание

увеличились на 0,5 %, по сравнению с 2007 г.; транспорт и связь на 1,71 %, а строительство на 0,29 % ниже, чем в 2007 г.; финансовая деятельность на 0,16 % выше, относительно 2007 года. На структуру налоговых баз оказывает влияние отраслевой состав экономики. При изучении и сопоставлении отраслевой структуры налоговых поступлений с состоянием налоговых баз необходимо уделять внимание, на сколько эффективно проводятся мероприятия налоговой политики. Также это дает возможность определять направления каких-либо сдвигов в экономике и заметить моменты, которые могут положительно влиять на изменения в налоговом законодательстве по времени.

Теперь рассмотрим поступления в бюджетную систему РТ и взаимосвязь налоговых баз с тенденциями социально-экономического развития. Структура доходов республиканского бюджета представлена в табл. 5.

Анализ показывает, что плановые и фактические значения в структуре доходов республиканского бюджета РТ не совпадают, так как структурные изменения зависят от недостатков в налоговом планировании.

Таблица 5

**Структура доходов республиканского бюджета Татарстана за 2009-2011 гг. (%)**

Показатель	По закону «О бюджетной системе РТ»			Исполнение республиканского бюджета		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Всего налоговых и неналоговых доходов	100	100	100	100	100	100
Налоговые доходы – всего, в т.ч.:	93,73	93,80	93,90	96,90	96,77	96,41
Налог на прибыль	65,53	66,03	66,60	63,59	68,63	70,19
Налог на товары и услуги	6,87	6,53	6,22	10,39	12,02	10,94
Налог на имущество	10,65	10,92	11,12	12,83	10,48	9,45
Платежи за пользование природными ресурсами	5,20	4,83	4,62	4,65	0,15	0,13
Прочие налоговые поступления	5,48	5,49	5,35	5,43	5,48	5,70
Неналоговые доходы	6,27	6,20	6,10	3,10	3,23	3,59

В соответствии с законом о бюджетной системе РТ за 2009-2011 гг. удельный вес налога на прибыль и налога на товары и услуги ниже удельного веса фактически полученных налогов доходов бюджета РТ, и, наоборот, по неналоговым доходам, по платежам за пользование природными ресурсами и в 2011 г. – налога на имущество. Увеличение доли прямых налогов в налоговых доходах республиканского бюджета РТ сохранилась во все периоды, кроме 2009 года. Кроме того, по всему рассматриваемому периоду удельный вес налоговых доходов значительно увеличился по сравнению с планируемыми, то есть по закону «О бюджетной системе РТ».

Прогнозирование поступлений налогов и сборов на текущий год имеет особое значение, поскольку нереальность годовых прогнозных оценок вызовет в последующем трудности в мобилизации налоговыми органами запланированных доходов в бюджетную систему либо, что бывает реже, при заниженном объеме ожидаемых налоговых поступлений неоправданно высокое перевыполнение установленных заданий. В этой связи интерес представляет анализ выполнения прогнозных показателей по республиканскому бюджету Татарстана [2].

Изучая, как влияет платежеспособность отраслей экономики Республики Татарстана на величину налоговых поступлений, можно определить коэффициенты собираемости. Так показатель собираемости налогов является комплексным показателем, характеризующим работу налоговых органов по основным направлениям деятельности.

Таблица 6

**Коэффициенты собираемости налогов по отраслевой структуре экономики (%)**

Отрасли экономики РТ	2007	2011
Всего налоговых поступлений	100,6	116,9
Сельское хозяйство	-	12,4
Рыболовство	-	322,7
Добыча полезных ископаемых	102,5	100,3
Обрабатывающие производства	142,1	137,1
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	116,1	122,1
Строительство	118,9	127,7
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	115,3	126,5
Гостиницы и рестораны	237,3	165,9
Транспорт и связь	114,1	126,9
Финансовая деятельность	139,2	166,2
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	130,1	154,7
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное страхование	806,2	681,7
Образование	365,4	546,3
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	489,2	831,4
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	197,8	193,0

Из таблицы видно, что за 2007 г. и 2011 г. имеется тенденция к росту собираемости (табл. 6 [9]). Из анализа видно, что наибольший показатель собираемости имеет сфера государственного управления и обеспечение военной безопасности, сфера здравоохранения и предоставления социальных услуг, рыболовство и сфера гостиничного и ресторанного бизнеса, а наименьший – сельское хозяйство. На наш взгляд, это может быть связано с сезонным характером деятельности предприятий сельского хозяйства, что и предопределяет низкое значение показателя собираемости. Говоря о коэффициентах собираемости в любой отрасли, можно сказать, что их уменьшение связано с увеличением задолженности по налогам и сборам за рассматриваемый период, предпосылками которого являются проблемы функционирования каждого отдельного механизма обеспечения исполнения по уплате налогов.

Значения коэффициентов более 100 % не означают, что данная отрасль имеет дебиторскую задолженность перед бюджетом, поскольку поступления в текущем году могут представлять собой погашение недоимки прошлых лет [3]. Заметим, что когда собираемость отрасли выше среднего, то удельный вес отрасли повышается в поступлениях, а уменьшается в начислениях.

При определении налогового потенциала необходимо помнить о таком факторе, как неплатежи. Анализ задолженности по платежам в бюджет является основным моментом всего анализа поступлений налогов и сборов. В связи с этим рассмотрим структуру задолженности по налогам и сборам и состав недоимки Республики Татарстан.

Слово «недоимка» стало известно с XIX века. Согласно толковому словарю В.И. Даля, «Недоимка – то, что недонято, недобрано, невзыскано деньгами или припасами, что осталось за кем-то в долгу» [4]. В академическом издании Словаря русского языка приведено схожее по смыслу определение, а именно: «недоимка – невнесенная в срок и числящаяся за плательщиком часть налога, сбора и т.п.» [5].

Согласно Налоговому кодексу, недоимка представляет собой сумму налога или сумму сбора, не уплаченную в установленный законодательством о налогах и сборах срок [7, ст. 11 п. 2].

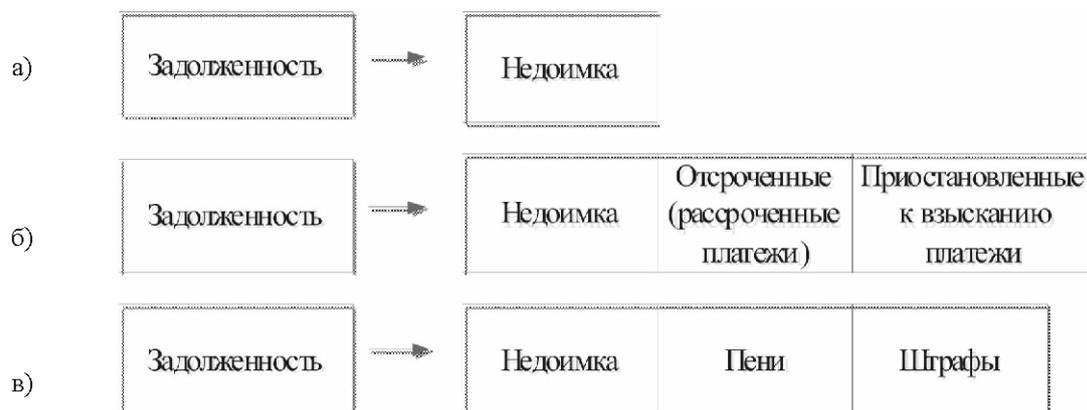


Рис. 1. Основные подходы к определению структуры задолженности по налогам и сборам

Под отсроченными и рассроченными платежами понимается задолженность по налогам прошлых лет, в отношении которых применена процедура реструктуризации, а под приостановленными к взысканию платежами – сумма налогов, доначисленных в ходе налоговых проверок и временно приостановленных к взысканию по решениям судебных органов [6]. Также в состав задолженности можно отнести, помимо недоимки, пени, начисленные за несвоевременную уплату налога, а также суммы неуплаченных штрафов. Последняя точка зрения наиболее распространена в настоящее время.

Под штрафом подразумевается налоговая санкция за нарушение законодательства о налогах и сборах. Пеней признается установленная денежная сумма, которую налогоплательщик или плательщик сборов должен выплатить в случае уплаты причитающихся сумм налогов или сборов в более поздние, по сравнению с установленными законодательством о налогах и сборах, сроки [7]. Таким образом, структура задолженности по налоговым платежам в бюджетную систему РТ включает в себя недоимку, которая увеличена на сумму отсроченных платежей, и сумму платежей, временно приостановленных к взысканию, которые отражают экономическое содержание налоговой задолженности.



Рис. 2. Структура задолженности по налоговым платежам в бюджетную систему РТ за 2007 г. и 2011 г. (%)

Из приведенных диаграмм заметим, что в 2007 году приостановленные к взысканию платежи (64,3 %) намного выше показателя недоимки по налогам (36,6 %) [11]. В 2011 г. сумма недоимки по налогам увеличилась на 19,6 % относительно 2007 года, что, в свою очередь, является отрицательным моментом для экономики региона. Таким образом, сравнивая два понятия, можно сказать, что понятие «задолженность»

шире, чем понятие «недоимка». Однако суммы пеней и штрафов по налогам, которые связаны с задолженностью, мы не можем рассматривать как ее составные элементы.

Если рассматривать недоимку как явление объективно существующее, то необходимо учитывать: а) в недоимку не включаются суммы неуплаченных финансовых санкций и пени; б) недоимка формируется на определенную дату и включает в себя недоимку прошлых периодов; в) прирост недоимки за определенный период не всегда относится именно к этому периоду [8].

Таблица 7

**Структура недоимки по налоговым поступлениям, мобилизуемым  
на территории Республики Татарстан за 2007-2011 гг. (%)**

Показатель	Годы				
	2007	2008	2009	2010	2011
Федеральные налоги	75,9	76,5	78,5	78,2	74,3
Налог на прибыль	13,3	11,8	16,4	18,4	17,4
Налог на товары и услуги	51,1	52,0	50,8	51,0	48,2
Платежи за пользование природными ресурсами	0,7	3,0	1,8	0,4	0,4
Остальные	10,9	9,6	9,5	8,5	8,3
Региональные	12,0	11,3	10,2	11,2	14,3
Местные	9,6	9,5	8,1	7,0	7,3
Специальные налоговые режимы	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0

Основную задолженность на 2011 г. составляют федеральные налоги: налоги на товары и услуги – 48,2 %, налоги на прибыль – 17,4 % (табл. 7 [11]). Рост недоимки по налогам со специальным налоговым режимом и по региональным налогам связан с:

- частичной уплатой или неуплатой организациями и индивидуальными предпринимателями авансовых платежей по единому налогу, который они уплачивают в связи с применением упрощенной системы налогообложения;

- частичной уплатой или неуплатой организациями и индивидуальными предпринимателями единого налога на вмененный доход. Хотя темпы роста недоимки в 2011 г. немного снизились по сравнению с 2007 г.

Полагаем, что налоговая ситуация в Республике Татарстан является стабильной. Поступления налогов в бюджетную систему региона изменяются в пределах нормы, то есть незначительное увеличение или уменьшение налогов не влияет на экономическую ситуацию в республике.

### Список литературы

1. Колесникова Н.А. Финансовый и имущественный потенциал региона: опыт регионального менеджмента. – М.: Финансы и статистика, 2000. – С. 41.
2. Паскачев А.Б., Садыгов Ф.К., Мишин В.И., Саакян Р.А. и др. Анализ и планирование налоговых поступлений: теория и практика. – М.: Издательство экономико-правовой литературы, 2004. – С. 181.
3. Адриянов В.Д. Россия: экономический и инвестиционный потенциал. – М.: ОАО «Издательство «Экономика», 1999. – С. 211.
4. Даль В.И. Толковый словарь живого великого русского языка; в 4-х томах, том 2. Оформление «Диамант». – СПб., 1996. – 513 с.
5. 10-й словарь русского языка; в 4-х томах, том 2. АН СССР, Ин-т рус. яз.; под ред. Евгеньевой. А.П. 3-е изд., стереотип. – М.: Русский язык. – 436 с.
6. Пронин С.Б. Взыскание задолженностей по налогам – М.: Издательско-консультационная компания «Статус-Кво 97», 1998. – С. 5.
7. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть первая. Ст. 75. 13-е изд. – М.: «Ось-89», 2006. – С. 59.

8. Паскачев А.Б., Садыгов Ф.К., Мишин В.И., Саакян Р.А. и др. Анализ и планирование налоговых поступлений: теория и практика. – М.: Издательство экономико-правовой литературы, 2004. – С. 223.
9. Форма № 1-НМ «Отчет о начислении и поступлении налогов, сборов и иных обязательных платежей в бюджетную систему Российской Федерации», Управление Федеральной налоговой службы России по Республике Татарстан. URL: <http://www.r16.nalog.ru/statistic/novr16/3816396/> (дата обращения: 29.11.12).
10. Форма № 1-НОМ «Отчет о поступлении налоговых платежей в бюджетную систему Российской Федерации по основным видам экономической деятельности», Управление Федеральной налоговой службы России по Республике Татарстан. URL: <http://www.r16.nalog.ru/statistic/novr16/3816396/> (дата обращения: 29.11.12).
11. Форма № 4-НМ «Отчет о задолженности по налогам и сборам, пеням и налоговым санкциям в бюджетную систему Российской Федерации», Управление Федеральной налоговой службы России по Республике Татарстан. URL: <http://www.r16.nalog.ru/statistic/novr16/3816396/> (дата обращения: 29.11.12).

Filatova E.A. – post-graduate student

E-mail: [filatova.kzn@gmail.com](mailto:filatova.kzn@gmail.com)

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### The analysis of tax revenues in the Republic of Tatarstan

#### Resume

Tax policy has always played an important role in the regulation of the state economic. It is necessary to pay attention to efficient results of a tax policy implementation, during analyzing the sectoral structure of tax revenues and comparison it to the state tax bases. This makes it possible to determine the direction of any changes in the economy and to notice things that can positively affect changes in the tax law.

Tax situation in the Republic of Tatarstan is stable. Living standards, income level of the population, inflation rate, goals priority that a government has on a certain stage of development may affect the ratio of direct taxes to indirect taxes.

Tax revenue to the budget of the region vary in the normal range, that a slight increase or decrease in taxes doesn't have any effect on the economic situation in the region.

**Keywords:** tax, tax revenue, budget, budget system, collection coefficient, arrears, tax arrears.

#### References

1. Kolesnikova N.A. Financial and material potential of the region: the experience of regional management. – М.: Finance and Statistics, 2000. – P. 41.
2. Paskachev A.B., Sadigov F.K., Mishin V.I., Sahakian R.A. and others. Analysis and planning of tax revenue: theory and practice // Ed. Sadigov F.C. – М.: Publishing House of the institutional literature, 2004. – P. 181.
3. Adriyanov V.D. Russia: economic and investment potential. – М.: ОАО «Publisher« Economy», 1999. – P. 211.
4. Dahl V.I. Explanatory Dictionary of the Living Great Russian Language; in 4 volumes, vol. 2. Making «Diamant». – SPb., 1996. – 513 p.
5. 10 dictionary of the Russian language; in 4 vols, volume 2. USSR Academy of Sciences, Institute of rus. lang., ed. Evgenyeva A.P. 3 ed., stereotype. – М.: Russian language. – 436 p.
6. Pronin P.B. Collection of tax debts – М.: Publishing and consulting company «status quo 97», 1998. – С. 5.
7. The Tax Code of the Russian Federation. Part one. Art. 75. 13th ed. – М.: «Os-89», 2006. – P. 59.

8. Paskachev A.B., Sadigov F.K., Mishin V.I., Sahakian R.A. and others. Analysis and planning of tax revenue: theory and practice // Ed. Sadigov F.C. – M.: Publishing House of the institutional literature, 2004. – P. 223.
9. Form № 1-NM «The report of the assessment and admission taxes, fees and other mandatory payments to the budget of the Russian Federation», the Office of the Federal Tax Service of Russia in the Republic of Tatarstan. URL: <http://www.r16.nalog.ru/statistic/novr16/3816396/> (reference date: 29.11.12).
10. Form № 1-NOM «Report on income tax payments to the budget of the Russian Federation on the basic types of economic activity», the Office of the Federal Tax Service of Russia in the Republic of Tatarstan. URL: <http://www.r16.nalog.ru/statistic/novr16/3816396/> (reference date: 29.11.12).
11. Form № 4-NM «Report on arrears of taxes and duties, interest and tax penalties to the budget of the Russian Federation», the Office of the Federal Tax Service of Russia in the Republic of Tatarstan. URL: <http://www.r16.nalog.ru/statistic/novr16/3816396/> (reference date: 29.11.12).



УДК 51-74

Асадуллин Э.З. – кандидат технических наук

E-mail: env60@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### **Повышение точности определения исчисленных данных с использованием комплексного учета условий измерений**

#### **Аннотация**

На основе ряда фактов было сделано предположение о возможности повышения точности определения данных для расчетов на основе комплексного учета условий измерений, были намечены основные пути решения этой задачи. Гипотеза проводимого исследования, как и все гипотезы, в силу своего вероятностного характера требует проверки, доказательства. В настоящей статье рассматривается порядок проверки общей гипотезы исследования о повышении точности определения исчисленных данных для расчетов на основе комплексного учета условий измерений.

**Ключевые слова:** комплексный учет, дисперсия, математическое ожидание, математическая модель, методы регрессионного анализа.

#### **1. Применение методов математического моделирования для воспроизведения условий определения исчисленных данных**

Характеристики условий измерений воспроизводились на специально созданной для их изучения математической модели. Потребность в моделировании возникла в связи с тем, что исследование непосредственно самого процесса невозможно, так как дорого и требует слишком длительного времени. Подобие между моделью и объектом исследования заключается в тождестве математического описания «поведения» объекта и модели. Модель описывает некоторые, существенные в данном исследовании, свойства и функции объекта исследования. Исследуемые стороны модели описывались теми же математическими формулами, что и моделируемые свойства объекта. Таким образом, математическая модель объекта исследования подобна, иначе говоря, в достаточной степени соответствует самому объекту исследования.

Для исследования процесса определения исчисленных данных при различных условиях измерений и выработки рекомендаций применен опытно-теоретический метод. Расчеты, полученные при теоретическом методе оценки эффективности, проверялись в ходе реальных полевых измерений.

При теоретическом методе применялись точный способ статистических испытаний и приближенный – графический. Моделирование случайных величин осуществлялось путем преобразования независимых значений случайного числа, распределенного равномерно в интервале  $(0...1)$ . Последовательность частных значений случайного числа получена на ЭВМ с помощью датчика-генератора случайных чисел.

Для нахождения закона распределения случайных величин (СВ) необходимо располагать достаточно обширным статистическим материалом, порядка нескольких сотен опытов. Однако на практике приходится иметь дело со статистическим материалом ограниченного объема – два-три десятка наблюдений, часто даже меньше. Это связано с дороговизной и сложностью каждого опыта. В исследуемой задаче вид закона распределения случайной величины – ошибки измерения, известен заранее – нормальный закон распределения [1, 2], (в нашем случае это даже несущественно), требуется найти ее числовые характеристики. Для этого нет необходимости проводить неограниченное количество опытов.

Если число опытов  $n$  невелико, то замена математического ожидания средним арифметическим приводит к какой-то ошибке. Значение искомого параметра, вычисленное на основе ограниченного числа опытов, всегда будет содержать элемент случайности. Такое приближенное значение называется оценкой параметра  $\tilde{a}$ . Любая

оценка, вычисляемая на основе наблюдаемых СВ, представляет собой функцию величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$  и сама является величиной случайной:

$$\tilde{a} = \tilde{a}(X_1, X_2, \dots, X_n). \quad (1)$$

Нахождение статистических оценок  $\tilde{a}$  параметров законов распределения в данном исследовании проводилось с помощью моментов эмпирического распределения, которые являются состоятельными оценками соответствующих моментов теоретического распределения.

Эмпирический начальный момент  $k$ -го порядка для дискретной СВ определяется равенством:

$$a_k[X] = \sum_{i=1}^n x_i^k \cdot p_i, \quad (2)$$

где  $x_i$  – значения СВ  $X$ ;

$p_i$  – соответствующие вероятности.

Начальный момент первого порядка есть ни что иное, как математическое ожидание СВ:

$$m_x = M[X] = a_1[X]. \quad (3)$$

Оценкой математического ожидания  $\tilde{m}_x$  СВ  $X$  является среднее арифметическое ее наблюдаемых значений:

$$\tilde{m}_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i. \quad (4)$$

Требование состоятельности оценки  $\tilde{a}$  сводится к тому, чтобы при увеличении числа опытов  $n$ , она приближалась (сходилась по вероятности) к искомому параметру  $a$  ( $\tilde{a} \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{p} a$ ). Оценка математического ожидания  $m_x$  СВ  $X$  при увеличении числа опытов  $n$ , согласно закона больших чисел, сходится по вероятности к математическому ожиданию  $m$  СВ  $X$  ( $\tilde{m}_x \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{\delta} m_x$ ).

Оценка для дисперсии  $\tilde{D}$  при небольшом числе опытов ( $n \leq 40 \dots 50$ , в проведенном исследовании  $n=30$ ) не может быть приравнена к статистической дисперсии  $D^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \tilde{m})^2$ . В этом случае возникает систематическая ошибка, для того чтобы ее

исправить, достаточно ввести коэффициент  $\frac{n}{n-1}$  и тогда:

$$\tilde{D} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \tilde{m})^2. \quad (5)$$

Выбранная несмещенная оценка  $\tilde{a}$ , должна обладать минимальной дисперсией по сравнению с другими оценками:

$$D[\tilde{a}] = \min. \quad (6)$$

Степень близости статистической оценки  $\tilde{a}$  к ее характеристике,  $a$  теоретического распределения может быть определена с помощью равенства:

$$P\{\tilde{a} - a_2 < a < \tilde{a} - a_1\} = \gamma, \quad (a_2 > a_1), \quad (7)$$

которое означает: вероятность того, что случайный интервал  $(\tilde{a} - a_2, \tilde{a} - a_1)$  содержит в себе достоверную, но неизвестную характеристику  $a$ , равную  $\gamma$ . Вероятность  $\gamma$  называется доверительной вероятностью, а интервал  $(\tilde{a} - a_2, \tilde{a} - a_1)$  – доверительным интервалом.

Вероятность  $\gamma$  характеризует надежность статистической оценки  $\tilde{a}$ . В том случае, если  $a_1$  и  $a_2$  равны по абсолютной величине и противоположны по знаку, то можно говорить о точности статистической оценки:

$$\alpha = \frac{1}{2}(a_2 - a_1) = a_2 = |a_1|. \quad (8)$$

В настоящем исследовании для оценки доверительного интервала задана доверительная вероятность или надежность 95 % (0,95) [1, 2].

Коэффициенты корреляции  $r_x, r_z$  между ошибками измерения дальности и направления по реперной точке и предмету близки к 1, т.е. рассеяние экспериментальных точек малое, а протяженность поля точек достаточно большое. Поэтому для усреднения несовместных решений системы уравнений применялся один из методов регрессионного анализа – метод наименьших квадратов (МНК). Решение задачи, получаемое МНК по экспериментальным точкам, содержащим случайные ошибки, само также случайно, но благодаря усреднению многократных расчетов оно становится более определенным, более устойчивым.

При анализе области разброса исходных экспериментальных данных во внимание принимались ошибки способов определения исчисленных данных, неадекватность принятых вариантов решения задачи, а также учитывалась невозпроизводимость от опыта к опыту, или диффузность исследуемого процесса.

Разброс исходных данных складывается из трех составляющих:  $\sigma_{\text{Диф}}$  – диффузности условий измерений,  $\sigma_{\text{Вар}}$  – ошибки адекватности принятых вариантов,  $\sigma_{\text{Сп}}$  – ошибки способов измерений. Эти составляющие можно считать некоррелированными, тогда:

$$\sigma_{\text{ИД}} = \sqrt{\sigma_{\text{Диф}}^2 + \sigma_{\text{Вар}}^2 + \sigma_{\text{Сп}}^2} \quad (9)$$

Для упрощения принято условие, что варианты решения задачи адекватны ( $\sigma_{\text{Вар}} \ll \sigma_{\text{Диф}}$  и  $\sigma_{\text{Вар}} \ll \sigma_{\text{Сп}}$ ), и тогда размером  $\sigma_{\text{Вар}}$  можно пренебречь. В этом случае, при уменьшении ошибок способов измерений (величиной  $\sigma_{\text{Сп}}$  можно пренебречь) результирующий разброс исходных данных будет определяться только диффузностью условий измерений. Для усреднения разброса необходимо провести большое количество опытов, что требует увеличения затрат времени. Если же в этих условиях принять менее точные способы измерений, до тех пор, пока  $\sigma_{\text{Сп}} < \sigma_{\text{Диф}}/3$ , погрешность обработки останется неизменной, а эффективность эксперимента повысится, за счет уменьшения затрат времени.

Таким образом, при  $\sigma_{\text{Сп}} \ll \sigma_{\text{Диф}}$  точность определения данных не может быть значительно повышена, за счет более точных способов измерений. Единственный путь повышения точности – статистическая обработка многократных отчетов.

В качестве условия принято следующее утверждение – для обеспечения наибольшей эффективности эксперимента нет смысла уменьшать ошибку способа определения установок больше чем до  $\sigma_{\text{Сп}} < \sigma_{\text{Диф}}/3$ , и увеличивать объем выборки (количество опытов) до тех пор, пока величина  $\sqrt{(\sigma_{\text{Сп}}^2 + \sigma_{\text{Диф}}^2) / n}$  не будет сопоставима с погрешностью адекватности принятых вариантов или систематической составляющей ошибки способа определения установок.

При рассмотрении вопроса о повышении точности путем статистического усреднения полагают, что точность с увеличением числа  $n$  усредняемых значений возрастает, как  $\sqrt{n}$ , потому что  $\sigma_x = \sigma_i / \sqrt{n}$ . Это справедливо лишь при полном отсутствии систематических погрешностей и абсолютной независимости значений между собой, т.е. при полном отсутствии их взаимной корреляционной связи. Очевидно, что у каждого из способов измерений есть свои систематические ошибки и многие способы зависят друг от друга. Следовательно, повышение точности, в соответствии с соотношением  $E_x = E_i / \sqrt{n}$ , будет происходить лишь в ограниченном диапазоне значений числа  $n$  усредняемых значений [3].

Для того чтобы компенсировать влияние существующих корреляционных связей, при планировании и проведении эксперимента необходимо учесть возможно более полно различные условия измерений, т.е. варианты условий для проведения эксперимента должны быть адекватны (тождественны) реальным условиям полевых измерений.

При проведении математического моделирования условий измерений и определения установок для измерений использовался метод имитационного моделирования.

## 2. Планирование проведения эксперимента

Под экспериментом понимается совокупность операций, совершаемых над объектом исследования с целью получить информацию о его свойствах. В данном исследовании проводится активный имитационный эксперимент с использованием как эмпирических

зависимостей, так и математических описаний. Цель планирования эксперимента – получение максимального объема информации об исследуемой системе в каждом эксперименте.

Спланирован полный факторный эксперимент вида ПФЭ<sup>k</sup>, где k=2.

Составлено уравнение вида:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 \tag{10}$$

Общее число различных комбинаций уровней в ПФЭ для k факторов можно вычислить как:

$$N = 2^k + 2k + 1 \tag{11}$$

План ПФЭ<sup>2k</sup> для этого уравнения представлен в виде (табл. 1).

Таблица 1

План проведения эксперимента ПФЭ<sup>2k</sup>

i	0	1	2	3	4	5	y
U	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub> =x <sub>1</sub> ·x <sub>2</sub>	x <sub>4</sub> = x <sub>1</sub> <sup>2</sup>	x <sub>5</sub> = x <sub>2</sub> <sup>2</sup>	
1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	y <sub>1</sub>
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	y <sub>2</sub>
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	y <sub>3</sub>
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y <sub>4</sub>
$\sum_{i=1}^N x_{iU}$	4	0	0	0	4	4	

Геометрическое отображение плана ПФЭ<sup>2k</sup> с указанием номеров плана представлено на рис. 1. Точки плана располагаются в вершинах квадрата.

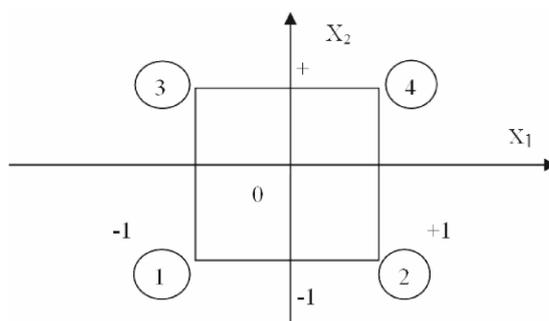


Рис. 1. Геометрическое отображение плана ПФЭ<sup>2k</sup> в факторном пространстве

В ходе эксперимента по математическому моделированию условий измерений были получены следующие результаты:

- срединные ошибки предлагаемого способа по дальности и направлению становятся меньше, чем ошибки наиболее точных способов измерений в два-три раза;
- предлагаемый способ можно использовать в пределах всего диапазона измерений дальности.

Срединные ошибки способов равноточных и неравноточных измерений (РИ и НРИ) унифицированного способа (УС) составляют по дальности E<sub>x</sub>=(0,35...0,63) %Д, по направлению E<sub>z</sub>=(1,61...2,47) ед. изм. углов.

Таблица 2

Срединные ошибки измерения расстояния установок по дальности (в %Д<sub>изм</sub>)

Количество реперных точек	Унифицированный способ		Наиболее точный способ
	РИ	НРИ	
1	0,57	0,63	1,04
2	0,38	0,45	
3	0,35	0,41	

Таблица 3

## Срединные ошибки измерения направления (в ед. изм. углов)

Количество реперных точек	Унифицированный способ		Наиболее точный способ
	РИ	НРИ	
1	2,26	2,47	5,01
2	1,91	1,87	
3	1,81	1,61	

При проведении эксперимента была исследована зависимость между срединными ошибками по дальности и по направлению для следующих вариантов: когда в расчет принимаются коррелированные поправки и когда эти поправки не учитываются.

Срединные ошибки способов РИ и НРИ (УС) при учете коррелированных поправок: по дальности составляют  $E_x=(0,32...0,74) \%D_0$  по направлению  $E=(1,60...2,97)$  ед. изм. углов; соответственно, без учета коррелированных поправок -  $E_x=(0,39...0,79) \%D_0$ ,  $E=(1,52...2,85)$  ед. изм. углов; (табл. 4).

Очевидно, что при практическом применении нет необходимости рассматривать и учитывать степень корреляционной связи вышеперечисленных способов.

Таблица 4

Зависимость срединных ошибок по дальности (в  $\%D_{изм.}$ ) и по направлению (в ед. изм. углов) от учета коррелированности поправок при равноточных измерениях

$D/D_{max}$	По дальности		По направлению	
	С учетом коррелир. поправок	Без учета коррелир. поправок	С учетом коррелир. поправок	Без учета коррелир. поправок
0,15	0,42	0,39	1,71	1,61
0,30	0,38	0,40	1,60	1,58
0,45	0,36	0,42	1,58	1,52
0,60	0,32	0,34	1,52	1,62
0,75	0,36	0,39	1,66	1,64
0,9	0,40	0,41	1,86	1,69
1,0	0,42	0,39	2,31	1,98

## 3. Проверка адекватности регрессионной модели

Для обобщения полученных результатов проведен регрессионный анализ. В ходе регрессионного анализа получены регрессионная зависимость функции отклика (срединной ошибки) от факторов (времени и количества реперных точек). Рассчитаны доверительные интервалы прогноза, проведена проверка адекватности и точности модели.

Для экспериментального диапазона данных ( $0 \leq T \leq 6$  и  $1 \leq N \leq 4$ ) составлена аппроксимирующая формула:

$$E = K_3 T^3 + K_2 T^2 + K_1 T + K_0, \quad (12)$$

где  $K_3 = A_3 N^3 + B_3 N^2 + C_3 N + D_3$ ,

$$K_2 = A_2 N^3 + B_2 N^2 + C_2 N + D_2,$$

$$K_1 = A_1 N^3 + B_1 N^2 + C_1 N + D_1,$$

$$K_0 = A_0 N^3 + B_0 N^2 + C_0 N + D_0.$$

Таблица 5

## Значения коэффициентов в аппроксимирующей формуле

i	$A_i$	$B_i$	$C_i$	$D_i$
0	0,725	5,66	-12,60	7,82
1	0,428	-3,32	7,14	-4,01
2	0,08	0,67	-1,29	0,71
3	0,01	-0,038	0,08	0,04

$N$  – количество реперных точек, принятых для обработки;

$T$  – промежуток времени, ч.

Рассчитаны значения срединных ошибок определения данных по дальности и направлению для интервала времени  $\Delta t$  до 11 часов и составлен интервальный временной ряд (табл. 2, 3).

Исходя из опыта полевых измерений и практической целесообразности, увеличивать промежуток времени свыше 11 часов не имеет смысла. Кроме того, нет необходимости увеличивать количество реперных точек, принимаемых для обработки, свыше 4-х, так как в этом случае точность будет повышаться очень незначительно. Для выявления аномальных уровней временных рядов использован метод Ирвина [4]. При этом применены следующие формулы (13, 14):

$$\lambda_t = \frac{|y_t - y_{t-1}|}{\sigma_y}, \quad t = \overline{1, n}, \quad (13)$$

$\sigma_y$  – среднеквадратическое отклонение временного ряда:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_t - \bar{y})^2}{n-1}}, \quad \bar{y} = \frac{\sum y_t}{n} \quad (14)$$

Таблица 6

**Срединные ошибки определения данных по дальности (в %Д)**

$\Delta t, \text{ ч}$	Количество реперных точек								
	1		2		3		4		СП
	РИ	НРИ	РИ	НРИ	РИ	НРИ	РИ	НРИ	
0-3	0,57	0,63	0,38	0,45	0,35	0,41	0,26	0,32	1,39
4	0,62	0,68	0,52	0,57	0,38	0,45	0,31	0,37	1,45
5	0,66	0,7	0,6	0,64	0,47	0,51	0,39	0,42	1,48
6	0,71	0,78	0,63	0,68	0,53	0,57	0,46	0,52	1,52
7	0,78	0,82	0,74	0,78	0,59	0,62	0,63	0,67	1,57
8	0,90	0,98	0,82	0,85	0,75	0,77	0,69	0,74	1,61
9	1,09	1,11	0,91	0,93	0,82	0,85	0,76	0,80	1,65
10	1,27	1,29	1,05	1,09	0,88	0,91	0,83	0,87	1,69
11	1,68	1,75	1,12	1,15	0,95	0,94	0,90	0,93	1,74

Таблица 7

**Срединные ошибки определения установок по направлению  
(в единицах измерения углов)**

$\Delta t, \text{ ч}$	Количество реперных точек								
	1		2		3		4		СП
	РИ	НРИ	РИ	НРИ	РИ	НРИ	РИ	НРИ	
0-3	2,26	2,47	1,91	1,70	1,81	1,61	1,38	1,32	6,68
4	3,15	2,92	2,53	2,20	2,25	1,95	1,72	1,75	7,06
5	4,37	3,82	2,85	2,25	2,52	2,05	2,10	2,25	7,40
6	4,70	3,95	3,20	2,30	2,90	2,12	2,52	2,35	7,74
7	5,76	3,96	3,67	2,58	3,26	2,34	2,88	2,82	8,10
8	6,61	4,42	4,09	2,76	3,61	2,50	3,26	3,12	8,45
9	7,46	4,87	4,51	2,95	3,96	2,67	3,64	3,40	8,81
10	8,3,2	5,33	4,93	3,13	4,32	2,83	4,02	3,78	9,16
11	8,97	5,79	5,14	3,98	4,60	3,80	4,45	4,57	9,51

Рассчитанные значения критерия Ирвина  $\lambda_2, \lambda_3 \dots$  сравнивались с табличным критерием Ирвина  $\lambda_a$  (табл. 8), все они оказались меньше табличных и, следовательно, заданные значения временного ряда являются нормальными.

Таблица 8

Значение критерия Ирвина для уровня значимости  $\alpha=0,05$ 

$n$	2	3	10	20
$\lambda$	2,8	2,3	1,5	1,3

Установлено, что значения остаточной компоненты, выделенное из исследуемого ряда тренда, удовлетворяют свойствам случайности, независимости и она подчиняется нормальному закону, следовательно, исследуемая модель адекватна. Средняя относительная ошибка прогноза составляет  $|\delta\Delta t| = 1,8\%$ , оба исследуемых фактора: время  $\Delta t$  и количество реперных точек  $N$  являются значимыми.

Заслуживает интереса тот факт, что при определении ошибки рекомендуемого способа установлено: способ равноточных измерений дает меньшую ошибку по дальности и несколько меньшую ошибку по направлению, чем способ неравноточных измерений. Это связано с тем, что при неравноточной обработке результатов измерений были приняты одинаковые срединные ошибки как для коррелированных способов, так и для некоррелированных. Исследования показали, что расчет уточненных коэффициентов корреляции, при своей сложности, приводит к увеличению точности на  $(0,01...0,04)\%$  и на  $(0,1...0,3)$  единиц измерения углов, по сравнению со способом равноточных измерений. С практической точки зрения, такое незначительное увеличение точности не может компенсировать значительное усложнение расчетов, особенно если нет возможности использовать специализированные ЭВМ. Кроме того, как утверждалось ранее, «нет смысла уменьшать ошибку способа определения установок больше чем до  $\Delta_{сн} < \Delta_{диф}/3...$ » [4], в противном случае – систематическая ошибка способа будет нивелировать повышение точности. С практической точки зрения это означает, что использование двух-трех менее точных результатов дает меньшую ошибку, чем учет одного-двух более точных.

Таким образом, при использовании способа комплексного учета условий измерений срединные ошибки определения данных в 1,5...3 раза меньше, чем ошибки рекомендованных способов определения данных. Использование этого способа не требует дополнительных материальных затрат и новых приборов для проведения измерений.

## Список литературы

1. Коваленко И.Н., Филиппова А.А. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1982. – 256 с.
2. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1979. – 495 с.
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
4. Новицкий П.В., Зюграф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.

Asadullin E.Z. – candidate of technical sciences

E-mail: env60@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1

**Increase the accuracy of the calculated data with using  
an integrated accounting measurement conditions**

**Resume**

In this article examines the procedure of verification of the General hypothesis of the study on improving the accuracy of calculated data for calculations on the basis of a comprehensive accounting of the measuring conditions. The study was conducted on the basis of the analysis of the scientific literature and guidance documents in the field of processing the

measurements, theory of probability and mathematical statistics. The study used a combination of theoretical and experimental methods: of mathematical data processing, analysis and generalization of practice, comparison, statistical modeling, observation and experiment, graphical display of the results of the study. Reliability of the results is confirmed by convergence of theoretical and practical research results. The results of the study do not contradict the theoretical work and recommendations of the guidelines. Officials receive a large amount of information about the conditions of measurements. The guidance document on the definition of calculated data suggests that the accuracy of implementation of the measures of preparation of the data must constantly grow, to be more precise measurement of the various factors and etc. But in this case, the results are less accurate measurements are dropped, that is, deliberately not used all the available information. Calculations show that the complex accounting and processing of information obtained in the performance of particular activities preparation of measurements, allows increasing the accuracy of measurements in average by 0,5-4 %. Put forward a proposal for the identification data of measurements with the use of all available information on the conditions of measurements with the use of equal to the accuracy of measurements (EM), and not equal to the accuracy of measurements (NEM).

**Keywords:** complex accounting, dispersion, the variance of mathematical expectation, mathematical model, methods of regression analysis.

#### References

1. Kovalenko I.N., Filippova A.A. Probability theory and mathematical statistics. – M.: Higher school, 1982. – 256 p.
2. Pugachev V.S. Probability theory and mathematical statistics. – M.: Science, 1979. – 495 p.
3. Wentzel E.S., Ovcharov L.A. Theory of probability and its engineering applications. – M.: Academy, 2003. – 464 p.
4. Novitsky P.V., Zograf I.A. Evaluation of errors of measurements. – L.: Energoatomizdat, 1985. – 248 p.



УДК 377

**Сафин Р.С.** – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: safin@kgasu.ru

**Вильданов И.Э.** – кандидат педагогических наук

E-mail: vildan@kgasu.ru

**Корчагин Е.А.** – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: ramzia@kgasu.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### **К разработке структуры модели кластерного управления образовательной системой в вузе\***

#### **Аннотация**

Показано, что научно-образовательный кластер обеспечивает подготовку специалистов, способных адаптироваться к быстро меняющимся условиям профессиональной деятельности. Научно-образовательный кластер рассмотрен как один из важнейших элементов инновационной инфраструктуры вуза, обеспечивающий развитие инновационной системы самого вуза, региона и, как следствие, российской инновационной системы.

Обосновываются структурные элементы модели кластерного управления образовательной системой в вузе, включающие проектирование, организацию, нормирование и развитие механизмов обеспечения непрерывности образования, преемственности образования, стандартизации образования, сравнения дипломов, оценки качества образования, аккредитации учебного заведения и тестирования.

**Ключевые слова:** структура, модель, кластерное управление, образовательная система, уровневое образование, непрерывность, преемственность, учебное заведение.

Стратегия развития России до 2020 года определяет единственной альтернативой инерционному энерго-сырьевому сценарию инновационное развитие страны, опирающееся на человеческий потенциал.

Государство уделяет значительное внимание совершенствованию профессиональной подготовки кадров, но в то же время работодатели не удовлетворены качеством подготавливаемых специалистов, оторванностью их знаний от реалий современного бизнеса и производства, недостатком практических навыков и узким профессиональным кругозором.

Требуется новая модель функционирования учреждений профессионального образования, основанная на объединении усилий субъектов начального, среднего и высшего профессионального образования и потребителей его результатов.

Одной из форм, позволяющей активно взаимодействовать между собой науке, производству и обществу, является научно-образовательный кластер как эффективная модель взаимодействия бизнеса, образования и науки.

Создание научно-образовательного кластера выполняет актуальную задачу российского образования – данная форма позволяет готовить специалистов, которые способны адаптироваться к быстро меняющимся условиям профессиональной деятельности.

Научно-образовательный кластер – организационная форма объединения усилий заинтересованных сторон в направлении достижения конкурентоспособных преимуществ: проведения исследований, обучения на всех уровнях (НПО, СПО, вуз, дополнительное образование). Мы рассматриваем научно-образовательный кластер как один из важнейших элементов инновационной инфраструктуры вуза.

\* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1008.

В свою очередь, инновационная инфраструктура вуза является необходимым условием развития инновационной системы самого вуза, региона и, как следствие, российской инновационной системы. Инновационная система на любом уровне – это часть социально-экономической системы, и, как следствие – эффективная жизнедеятельность инновационной системы способствует активному экономическому росту.

Задача развития инновационной инфраструктуры вуза заключается в эффективной реализации процесса развития знаний («создание знаний – преобразованием знаний в продукт (услугу) – продвижение его на рынок»). Создание новых элементов инновационной инфраструктуры, способных обеспечить эффективное создание, развитие, внедрение и коммерциализацию знаний, как правило, является одной из приоритетных задач для отечественных высших учебных заведений.

Становление и развитие образовательной системы предполагает осуществление целого комплекса мероприятий, который служит механизмом реализации поставленных задач. Процесс становления образовательной системы в научно-образовательном кластере ориентирован на проектирование нового содержания обучения, изменение учебно-методического обеспечения и преобразование организационной структуры учебных заведений, входящих в систему. Более глубокий процесс развития затрагивает и функционирование всей структуры образовательной системы, что с неизбежностью приводит к изменению взаимосвязей между отдельными элементами системы, а также к возникновению новых структур.

В этой связи актуальной является проблема обеспечения управления взаимодействием между уровнями образования и работодателями, позволяющего решать задачу модернизации профессионального образования, повышения качества человеческого капитала. Разработка механизмов такого взаимодействия, концептуальной базы для формирования кластерной образовательной системы является острой необходимостью нынешнего периода социально-экономических преобразований в России.

Предпринимаемые вузами и органами исполнительной власти меры по созданию отраслевых образовательных кластеров, по формированию кластерных образовательных систем, направленные на повышение эффективности профессионального образования, носят недостаточно системный характер.

По мнению Г.И. Шатона, функционирование профессионального образования в условиях плановой экономики предполагало высокую степень централизации, что находило свое отражение на всех ее уровнях и структурах [1]. Высокая степень централизации, в конечном итоге, сформировала определенную модель профессиональной школы, которая требовала и определенного типа управления. Плановый тип управления обладал специфическими чертами, которые в общем виде можно определить как следующие:

- Наличие управленческой вертикали, которая эффективно осуществляла реализацию управленческих задач от администрации к исполнителям;
- Обеспечение высокой степени управляемости профессиональной школой за счет реализации командно-административных методов управления;
- Использование авторитарных методов управления профессиональной школой;
- Практическое отсутствие неадминистративных рычагов управления профессиональной школой;
- Отсутствие специальных механизмов управления профессиональной школой (системы аккредитации учебных заведений, сравнения дипломов образования, оценки качества образования, стандартизации образования, тестирования и т.д.).

Такой тип управления отвечал целям и задачам функционирования и развития профессиональной школы в период плановой экономики.

Недостатком данного управления было то, что оно могло быть эффективным только при определенных условиях, поскольку было лишено гибкости и малоспособно к быстрым переменам и структурным реформам.

Плановая модель управления профессиональной школой эффективно функционировала и обеспечивала развитие учебных заведений имеющимися у нее средствами до того момента, пока в стране не начались масштабные социально-экономические перемены, вызвавшие в итоге и процессы модернизации образования. Под воздействием этих процессов была сформирована новая модель профессиональной школы, отдельные ее элементы нашли свое воплощение в конкретной образовательной практике, появились новые типы учебных заведений, новые программы и учебники, новые методы и технологии образования. Фактически все элементы новой профессиональной школы были созданы, тем более, что принципы ее существования также были очевидны: демократизм, децентрализация, общественный контроль за образованием и т.д. Но новая модель профессиональной школы, тем не менее, не возникла, поскольку на смену старой модели пришла ее улучшенная версия, которая не была дополнена новыми моделями образовательной системы и управления образовательной системой. Становление рыночной экономики и структурные реформы 1990-х и 2000-х годов привели к созданию различных кластерных образовательных систем в форме научно-производственно-образовательных комплексов, научно-образовательных кластеров, образовательных комплексов и др. Однако в нашей стране отсутствовало, в полном смысле этого слова, управление кластерной образовательной системой как специфический вид управленческой деятельности. Управление образовательной системой осуществлялось по той же схеме, что и управление учебным заведением, т.е. образовательная система рассматривалась как учебное заведение, которая нуждается не в других механизмах и алгоритмах управления, а в другого типа нормативных документах.

При наличии огромного числа публикаций, посвященных инновациям в системе профессионального образования (образовательные комплексы, образовательные кластеры, уровневое образование, изменения в содержании образования и технологиях обучения, изменения в самой философии и методологии образования, появление учебно-методических комплексов и т.д.), не произошло реального изменения в управлении образовательной системой. Отсутствуют представления о том, какова же должна быть логика управления образовательной системой в условиях, когда образование становится важнейшей сферой жизнедеятельности общества и приобретает глобальный характер.

Анализируя процессы управления профессиональной школой, следует отметить, что одной из причин ее несоответствия современным требованиям стало противоречие между возникшей новой моделью профессиональной школы, содержанием этой модели и сложившейся в течение десятилетий моделью управления. Управление образовательной системой не рассматривалось как специфическая деятельность, характеризующаяся собственными организованностями, механизмами и процессами. Практически отсутствует теоретико-методологическая модель управления образовательной системой как целостной структурой.

Управление образовательной системой, являясь предметом анализа с точки зрения концептуально-методологических оснований, может быть рассмотрено как совокупная деятельность по проектированию, организации, нормированию и развитию различных, но тесно взаимосвязанных объектов.

Управление образовательной системой предполагает реализацию функции проектирования уровневого профессионального образования, а также использование специальных инструментов регулирования, функционирования и развития образовательной системы. К данным инструментам относятся, прежде всего, механизмы обеспечения непрерывности образования, преемственности образования, стандартизация образования, сравнения дипломов, оценки качества образования, аккредитации учебного заведения и тестирования.

В современной научной литературе имеется значительное количество описаний деятельности проектирования применительно к образованию.

Определены основные ее этапы, сформировано представление об их важнейших характеристиках. Прежде всего, проектирование, как любая управленческая деятельность, нуждается в анализе ситуации, при этом желательно, чтобы анализ

проводился по определенным критериям, которые будут в достаточной степени актуальными и последовательными. Именно такие критерии позволят рассмотреть ситуацию как проблему и провести описание проблемы в определенных понятиях и знаках, позволяющих дальнейшее оперирование в контексте деятельности. При этом особенно важно именно сформулировать проблему, для решения которой необходимо предпринять некоторые действия, которые и будут описаны в проекте. Следующим этапом должно стать концептуализирование, что представляет собой создание оснований будущей проектной деятельности. Концепция или наиболее общие теоретико-методологические основы проектной деятельности могут быть и самостоятельным продуктом, актуальным для определения принципов и направлений развития образовательной системы. Уровень концептуализации на стадии создания проекта предполагает использование наиболее общих теоретико-методологических и философских подходов, что позволяет создать наиболее абстрактное представление о желаемом результате, которое вследствие своей обобщенности и абстрактности способно оказывать долговременное воздействие на развитие образовательной системы.

Следующим этапом проектной деятельности является составление плана действий, которые должны актуализировать реализацию целей и задач проекта. Составление плана действий позволяет рассматривать проект не только как продукт деятельности, но и как саму деятельность по реализации поставленных целей. Данное обстоятельство особенно важно, поскольку оно позволяет включать в проектную деятельность коррекцию технологического цикла в зависимости от тех поправок, которые вносит жизнь в выполнение проекта. Таким образом, можно сказать, что внутри проекта присутствует программа, выполнение которой и является аспектом реализации проекта, при этом программа содержит описание этапов выполнения проекта и продуктов, которые должны быть получены как результаты отдельных этапов. Успешность выполнения программы находится в зависимости от нескольких важнейших принципов. По версии Н.Г. Алексеева, такими принципами являются реалистичность, реализуемость, управляемость [2]. Данные критерии представляются чрезвычайно важными, поскольку они позволяют предусмотреть будущую судьбу проекта и те препятствия, которые могут встретиться на пути его реализации.

Важнейшей частью проектной деятельности является описание технологии выполнения проекта и тех ресурсов, которые необходимы для этого. Представление о ресурсах должно быть максимально широким и включать в себя не только материальные ресурсы, но и интеллектуальные, кадровые и т.д.

Управление предполагает не только необходимость овладения самой практикой проектирования, но и понимание того, какие типы и виды проектов необходимы для успешного функционирования различных уровней образовательной системы.

Наиболее общим теоретико-методологическим документом, регулирующим управленческую деятельность на уровне образовательной системы, является концепция. Концепция (от лат. *Conceptio* – определенное понимание явлений, система взглядов) – это теоретическая идеальная конструкция, которая разрабатывается, во-первых, для более ясного понимания сложного динамического процесса или явления, и, во-вторых, для обозначения ведущего замысла, конструктивного принципа в практических видах деятельности. Концепция призвана ответить на два вопроса: что происходит и что делать?

Важнейшим документом, обеспечивающим управление, является программа развития образовательной системы. Программа представляет собой этап проектирования, который ориентирован на разработку конкретных шагов по воплощению в жизнь целей и задач, определенных концепцией проекта.

Успешность управления образовательной системой зависит в значительной степени от успешности проектной деятельности, которая представляет собой ядро управленческой деятельности и от того, насколько качественными получаются продукты этой деятельности, воплощенные в проектно-нормативную документацию.

В то же самое время содержанием деятельности является обеспечение непрерывности и целостности образования внутри образовательной системы и возможности взаимодействия ее уровней. Фактически это означает, что управление образовательной системой должно, прежде всего, быть ориентировано на обеспечение целостности системы, что является залогом ее успешного функционирования и развития. Обеспечение целостности возможно только как осуществление баланса внутренней устойчивости и внешней взаимосвязи с другими образовательными системами. Данный баланс реализуется при помощи определенных механизмов, которые являются важнейшими инструментами управленческой деятельности.

Важнейшим механизмом, регулирующим целостность образовательной системы, является деятельность по обеспечению непрерывности образования. Непрерывность образования предусматривает право любого человека, получившего документ о завершении образования в одном учебном заведении, поступить на обучение в другое учебное заведение без каких-либо препятствий. Непрерывность образования подразумевает взаимодействие между уровнями образования, которое обеспечивает содержательную, технологическую и организационную преемственность в обучении.

Можно сказать, что непрерывность образования является выражением объективированного подхода к реализации принципа преемственности.

Важнейшим рычагом реализации устойчивости образовательной системы является механизм аккредитации учебных заведений. Аккредитация представляет собой признание уровня того или иного учебного заведения различными образовательными организациями. Аккредитация может осуществляться как государственными органами, так и различными организациями профессионального характера. Именно такой подход позволяет максимально демократизировать управление образовательной системой, поставить его под действенный общественный контроль.

Осуществление аккредитации учебных заведений невозможно без системы оценки качества образования. Оценка качества образования рассматривается сегодня как важнейший механизм достижения эффективности образования. Фактически можно говорить о мониторинге качества образования, который должен носить системный характер. Для запуска системы оценки качества образования необходимо наличие представления о критериях качества образования.

Важнейшим механизмом управления образовательной системой является процедура сравнения дипломов, поскольку только она позволяет обеспечить баланс между внутренней устойчивостью системы и ее взаимосвязью с мировым рынком образования. Для успешности процесса сравнения дипломов необходимо организовать специальную деятельность по созданию кредитной системы, которая позволит ввести реальные критерии оценки качества образования в различных образовательных системах.

Таким образом, структура модели кластерного управления образовательной системой в вузе включает проектирование, организацию, нормирование и развитие механизмов обеспечения непрерывности образования, преемственности образования, стандартизации образования, сравнения дипломов, оценки качества образования, аккредитации учебного заведения и тестирования, и предполагает разработку структуры и содержания управления, а также механизмов управленческой деятельности.

### Список литературы

1. Шатон Г.И. Теоретический анализ проблемы управления образовательными системами. URL: [www.irex.ru/press/pub/polemika/03/sha](http://www.irex.ru/press/pub/polemika/03/sha) (дата обращения: 25.01.2013).
2. Алексеев Н.Г. Принципы и критерии экспертизы программ развития образования. // Вопросы методологии, 1994, № 1-2. – С. 65-78.

**Safin R.S.** – doctor of pedagogical sciences, professor  
E-mail: safin@kgasu.ru  
**Vildanov I.E.** – candidate of pedagogical sciences  
**Korchagin E.A.** – doctor of pedagogical sciences, professor  
**Kazan State University of Architecture and Engineering**  
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### **On the development of structure of model of cluster management of educational system in higher education institutions**

#### **Resume**

The perfect professional education system is possible only with the bringing all efforts of such educational institutions as primary, secondary and higher ones and also customers of these educational institutions.

Scientific-educational cluster is the only formation that makes substantial interrelation between education, science and production.

Such formation makes a specialist that can adapt to briefly-changing conditions of professional activities.

Scientific-educational cluster is regarded as important feature of university. The innovative infrastructure of a university is a crucial condition of university and region development and, as a result the development of the whole innovation in Russia. Therefore it needs a new system of management – the cluster-based one.

The cluster-based management is regarded as a specific activity which implies design of organization, normalizing and development of various but closely connected objects. The management activity makes continuity and subsequence of the education within educational system as well as interactivity its strata. It is the continuity provision activity that regulates as a mechanism, the integrity of the educational system.

**Keywords:** structure, model, cluster management, the education system, level education, continuity, continuity, school.

#### **References**

1. Shaton G.I. Analysis of the problems of management of educational systems. URL: [www.irex.ru/press/pub/polemika/03/sha](http://www.irex.ru/press/pub/polemika/03/sha) (data obrawenija: 25.01.2013).
2. Alekseev N.G. Principles and criteria for the development of education programs, examination. // *Voprosy metodologii*, 1994, № 1-2. – P. 65-78.

УДК 72:502.7

Сафина Г.И. – студент

E-mail: sbsp4@rambler.ru

Мингазова Р.А. – студент

E-mail: mingazova.1992@mail.ru

Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Московский фестиваль «Экотектура» – экологический проектный семинар для архитекторов России

#### Аннотация

Экологическое строительство активно развивается во всем мире. Одним из мероприятий, направленных на продвижение экологических принципов архитектуры в России, стал международный фестиваль живых домов «Экотектура» в Москве.

Лекторами были мастера «зеленой» архитектуры Хавьер Сеносиан (Мексика), Садахико Нишияма (Япония), Кен Янг (Малайзия), Кристиан Мюллер (Швейцария), Анастасия Кожухова (Россия / Великобритания) и другие.

Также проходил мастер-класс от студии Кен Янга. Темой мастер-класса было моделирование инфраструктуры современных высотных зданий по методике Кен Янга. Суть его методики заключается в выделении четырех основных компонентов экологической архитектуры: зеленый – растения, голубой – вода, серый – инфраструктура и красный – человек. Ни один из этих компонентов не рассматривается отдельно. Результатом работы стала концепция комплекса с макетом, выполненная творческим коллективом архитекторов, преподавателей и студентов.

**Ключевые слова:** экологическая архитектура, фестиваль живых домов, проектный семинар.

Жилой дом в XXI веке перестает для человека быть просто домом. На фоне назревающих экологических проблем, аморфности стилевых направлений в архитектуре (находящейся в последнее время в застойном состоянии в условиях вседозволенности, а значит, стилевой неопределенности), социальных проблем (перенаселения, повышенной стрессовости жизни современного человека, ускорения темпа научно-технического прогресса, урбанизации и т.д.), жилой дом для человека сегодня становится не просто местом проживания, но и своеобразным убежищем от трудностей современного мира.

С одновременным улучшением материальных качеств жизни людей в мегаполисах, дом перестал быть просто местом проживания. К современным домам предъявляются более сложные задачи. Современное здание, где находится квартира человека, должно гармонизировать с окружающей застройкой, особенно в центрах крупных городов. Здания должны отвечать целому ряду архитектурных, конструктивных, инженерных требований, быть построены с применением современных материалов, и это помимо соответствия извечному принципу проектирования и строительства – «польза, прочность, красота» [1].

Еще одно качество, которое становится определяющим в проектировании и строительстве современных зданий, является его автономность / самодостаточность. Чем автономнее становится современный дом, тем более экономичным он получается в эксплуатации и более бережным в отношении к природе. Идеи построения таких домов появлялись еще в начале XX века, например, у архитектора Бакминстера Фуллера (The Dymaxion House, 1929) [2]. Дом Dymaxion представлял собой первое сознательное усилие построить автономное здание в течение XX-го столетия. Но тогда вопросы обеспечения зданий энергией не стояли так остро, как сейчас, и проект остался единственным в своем роде на тот период. Сейчас же таких проектов становится все больше и больше. В современные здания вводятся системы самостоятельного производства энергии самим зданием

(чаще за счет покрытия поверхностей здания солнечными батареями); системы обеспечения зданий энергией, полученной на основе использования ветряных установок; широко используются системы для экономии энергии, такие как усовершенствованное проектирование фасадов зданий, использование собранной дождевой воды и многие другие. В отдельную группу выделяется использование зеленых насаждений как внутри, так и снаружи зданий: на фасадах, на крышах, любых других открытых поверхностях. Они помогают регулировать температурный режим и фильтровать воздух внутри помещений, служить дополнительным слоем теплоизоляции и улучшать психологическое и физиологическое состояние находящихся в этом здании людей.

Как выяснилось, у специалистов-архитекторов и потребителей архитектуры примерно в одно и то же время сформировался «большой вопрос» к строительству экологических домов и городов. В контексте этого вопроса фестиваль «Экотектура» оказался своевременным. Специалисты по экологической архитектуре были удивлены и воодушевлены количеством собравшихся единомышленников. В числе участников фестиваля были специалисты разнообразных направлений дизайна, экологии, биоархитектуры, зелёного строительства, экономики, геофизики, строительства. Значительный сектор публики представляли учёные, изучающие воздействие окружающей среды на психику человека, психологи, педагоги, социологи.

Особенна сегодня в этом процессе роль архитектора, который становится частью создаваемого проекта и слушает голос своей архитектуры. Это большая ответственность создавать пространства, где будут жить и работать люди: действуют ли архитектура и дизайн благотворно, можно сказать, аполлонистически, или, напротив, дионисийское, хаотичное начало соответствующим образом действует на психику человека. Архитектура – это граница, разделяющая человека и природу. Здания образуют пространства, города, страны. В проектах современных архитекторов отражается совесть человечества по отношению к состоянию природы. Поэтому естественно развитие направления биоархитектуры и создание экополисов. И также естественно внимание, которое привлекают здания органической архитектуры [3].

Международный фестиваль живых домов «Экотектура», проведенный 26-30 сентября 2012 года, стал одним из первых мероприятий, устроенных для продвижения экологических принципов в архитектуре в России. Фестиваль проходил в два этапа: на первом этапе в студии дизайна ARTPLAY были прочитаны лекции; на втором этапе в творческой усадьбе «Гуслица» были проведены мастер-классы. Лекторами были мастера «зеленой» архитектуры Хавьер Сеносиан (Мексика), Садахико Нишияма (Япония), Кен Янг (Малайзия), Кристиан Мюллер (Швейцария), Анастасия Кожухова (Россия/Великобритания) и другие.

#### **Хавьер Сеносиан (биографическая справка)**

Известный архитектор Хавьер Сеносиан – выпускник кафедры «Архитектура» Национального автономного университета в Мексике. Х. Сеносиан является автором десятков жилых домов, реализованных в разных странах. Каждый его проект был открытием, вызывал большой интерес специалистов. Основной идеей проектов Сеносиана было возвращение человека в лоно природы, что было существенно важно после индустриального революционного XX века. Его здания настолько неразрывно связаны с топографией местности и растительностью, что возникает ощущение, что они проросли сквозь землю сами. Такой подход к проектированию и строительству зданий, первооткрывателем которого является Хавьер, называют органической архитектурой, иногда – биоархитектурой (от бионики, науки, изучающей животных). Главный и богатейший источник вдохновения архитектора – сама природа, надо относиться к природе внимательнее, изучать ее, наблюдать за происходящими в ней процессами, не заниматься формальным формотворчеством, а искать новые формы в самой природе, использовать природные материалы. Всестороннее исследование жилища, проведенное Х. Сеносианом, выявило, что кривые линии и отсутствие углов естественны для гармоничного существования человека. Результаты исследования выразились в формировании функциональных, формальных и тектонических принципов органической архитектуры. Органический дом (the Organic House), построенный в 1985 году, получил свое название из-за экспериментов с

конструкциями: каркасом здания стала разновидность железобетона – армоцемент (или ферроцемент) – конструкционный материал, который благодаря своей мелкой зернистости и равномерно распределенным нескольким слоям сетки позволяет создавать любые пластические формы. Сегодня Хавьер Сенсиан – известный архитектор, преподаватель, исследователь, автор книг по бионической и органической архитектуре. Им запроектировано множество объектов, научные исследования посвящены использованию армоцемента в сооружениях, изготовлению пневматических конструкций для опалубки, производству распыляющегося полиуретана для домов, стекловолокна для покрытий.

#### Основные идеи лекции Х. Сенсиана «Органическая архитектура»

Философией своих архитектурных концепций автор считает форму материнского лона. В соответствии с этой концепцией в организованном пространстве человек чувствует себя, словно в колыбели земли: это отражение тенденции возвращения человека в лоно природы после индустриального революционного XX века.

Хавьер Сенсиан предлагает рассматривать жилище человека в непосредственной связи с особенностями окружающей среды, включая топографию местности. В лекции были продемонстрированы примеры заимствования формы зданий у растений и раковин, у животных и их нор, вырытых в земле. В качестве ведущего материала для выполнения конструкций стен предлагается армоцемент. Идея использования этого материала у Хавьера родилась из аналогии с формированием раковины, которая создается моллюском таким образом, что в ней различимо множество слоев: благодаря наличию у моллюска определенных желез, которые забирают известняк из воды и откладывают в виде мельчайших частичек на краях и вдоль внутренней части раковины. Основные свойства армоцемента – его пластичность и прочность, которые позволяют изготавливать тонкие стены толщиной 4-5 см, обладающие высокой прочностью и долговечностью (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. Иллюстрации к лекции Х. Сенсиана:  
а – конструкция стен дома; б – разрез объекта

Использованием армоцемента получилось добиться уникальности форм и других запроектированных зданий, отвечающих природно-климатическим особенностям ландшафта, включая такие, как ориентацию и преобладающие ветра. Как было сказано, покрытия из армоцемента создаются в несколько слоев и, в конечном итоге, получаются толщиной всего в 4-5 сантиметров. Идею этой технологии архитектор берет у морских раковин, у них же заимствует и форму, благодаря которой дома приобретают нужную прочность. Также этому способствует и заглубление дома в песок: давление со всех сторон сжимает дом и не дает ему разваливаться; а от обрушения внутрь его вполне предохраняет стеновая конструкция. Заглубление дома в песок и посадка сверху травы и растений являются дополнительной теплоизоляцией, так как проектируемые дома не отапливаются, сохраняя температуру от 18-22 градуса в летнее время.



Рис. 2. Лекция Хавьера Сенсиана в ARTPLAY

**Садахико Нишияма (биографическая справка)**

Садахико Нишияма – архитектор Docon Construction Ltd, выпускник факультета архитектуры Университета Хоккайдо. С. Нишияма – сторонник использования в современной архитектуре принципов сочетания новых технологий с традиционными для Японии идеями: связь с природой, связь с традициями, ясность и простота композиции, грамотная расстановка акцентов, высокое качество исполнения, использование экологических материалов, учет сейсмики. Эти идеи в полной мере получили отражение в его работах.

**Лекция С. Нишиямы «Северное жилищное строительство в Хоккайдо и экологическое жилье»**

В своей первой лекции архитектор рассказывал о разработке экологического жилья в Японии с учетом климата района, его культуры, экономики, а также наличия экологических строительных материалов. Лектор уделил большое внимание проектированию жилищ на основе использования энергосберегающих технологий, так как для страны восходящего солнца это является серьезной проблемой.

В качестве примера был представлен построенный в Хоккайдо жилой комплекс, где были использованы самые современные технологии. При этом, как традиционно это характерно для Японии, в основе разработки проекта лежал учет климата и сейсмики, а также приоритетным было использование местных строительных материалов. Хоккайдо – остров малонаселенный, имеет на своей территории более двадцати национальных парков. Климат похож на климат средней полосы России: летом тепло и влажно, зимой холодно и снежно. Японцы стараются спасти себя и дома от жары при высокой влажности воздуха. Поэтому японский дом продувается ветрами, стекла одинарные, входные двери из тонкого металла. Если квартиру не греть пару дней, температура опускается до 3-4 градусов. Прогреть можно, но требуется время и это дорого.

**Лекция С. Нишиямы «Комплекс объектов, таких как горячие источники (Onsen)»**

Издавна на территории Японии действуют более 3000 горячих источников – онсенов. Традиции купания в этих источниках уже более тысячи лет. История донесла до нас сведения о том, что еще древние самураи залечивали свои раны с помощью целебной воды онсенов. Сегодня на территории источников создаются комфортабельные современные курортные комплексы с банями, массажными, лечебными услугами. При проектировании архитектуры комплексов особое внимание уделяется экологичности проектов: учитывается природный ландшафт, используются натуральные материалы, предусматривается солнцезащита, разрабатывается вентиляция, учитывающая движение основных ветров. Создаваемые объекты, благодаря сочетанию минимализма внутреннего и внешнего облика здания с минимизированными эксплуатационными затратами, оказываются экономически выгодными и пользуются огромным спросом у населения. В этих курортных объектах, как и во всем в Японии, проявляется своеобразие японской

архитектуры, которое выражается в органичном единстве принципов традиционной архитектуры и современных технологий.

#### **Кен Янг (биографическая справка)**

Кен Янг – известный малазийский архитектор, окончил школу Архитектуры в лондонской Архитектурной Ассоциации (1971) и Кэмбридж (1975), защитил докторскую диссертацию на тему «Проектирование с участием природы» (Designing with Nature). Более 40 лет Кен Янг занимается «зелеными» проектами, по его проектам построено более 200 зданий. Более всего он известен как автор биоклиматического подхода в проектировании высотных зданий и как ведущий в мире специалист в области экологического и энергосберегающего дизайна. Наиболее яркие проекты Кен Янга – это офисные комплексы Солярис и EDITT в Сингапуре, Menara Mesiniaga в Малайзии.

#### **Лекция К. Янга «Вертикальный дизайн мегаполиса»**

Автором лекции, прежде всего, была раскрыта сущность понятия «экодизайн» как органичного взаимодействия архитектуры и природы. В основе проектирования зданий и сооружений должен быть системный и временной учет природного и экологического характера места: топографии, гидрологии, растительности. Системная интеграция – это рациональное использование водных систем, энергии, отходов, канализации. Временная интеграция – это соотношение использования ресурсов и строительных материалов с их способностью восстанавливаться или пополняться.

Кен Янг как архитектор в своих объектах старается максимально экономить энергию, применять естественное освещение и естественную вентиляцию, использовать долговечные материалы, работающие при минимальных затратах на их производство и эксплуатацию. Как считает К. Янг, важно запроектировать здания так, чтобы оснастить их современными технологиями, но чтобы при этом они своей формой, расположением и материалами могли использовать особенности местного климата. Надо добиваться, чтобы здания работали как экологические системы, в которых все использованное человеком должно перерабатываться и использоваться вновь. Как известно, экосистема не имеет отходов: отходы одного организма становятся пищей для другого, а современное общество закапывает отходы в землю, сливает их в океан, сжигает. За такое отношение к экологии человечество уже начало платить.

Современные высотные сооружения, увлечение которыми приобретает большие масштабы, не экологичны, потребляют намного больше энергии, чем малоэтажки, но несмотря на это сегодня человечество уже не может отказаться от их строительства. В условиях, когда небоскребы должны стать экологичными, на передний план выходит задача проектировать здания как искусственно созданные живые экосистемы, в которых будет успешно сочетаться баланс между органическим и неорганическим. Есть способы создавать естественную среду обитания за счет использования озелененных атриумов и дворов, зеленых стен, зеленых крыш, искусственно созданных природных ландшафтов. Главное здесь – в создании равновесия между зеленой массой растений и природных элементов с неорганической массой здания. По мнению К. Янга, зеленые здания возможны во всех широтах, но экологические и климатические условия местности должны безусловно учитываться в процессе проектирования.

Принципы проектирования многоэтажного офиса: соблюдение правил размещения центрального ствола высоты со стояками инженерных сетей; использование естественной вентиляции; выбор ориентации и конфигурации здания; использование солнцезащиты; использование воздухозаборников; использование атриумов; использование лоджий для создания промежуточного пространства между внешней средой и интерьером – своего рода альтернативы традиционной солнцезащите.

Эти «парки в небе» должны уравновесить «неорганическую» массу здания (аппаратуру, конструкции) с «органикой», создавая таким способом эффективную эко-систему. Актуальность метода заключается в том, что сейчас в вертикальном дизайне используется урбанистический подход к горизонтальному пространству с упором на организацию публичных пространств и внутренних взаимосвязей. Идеи лекции иллюстрируют примеры личной практики (рис. 3).

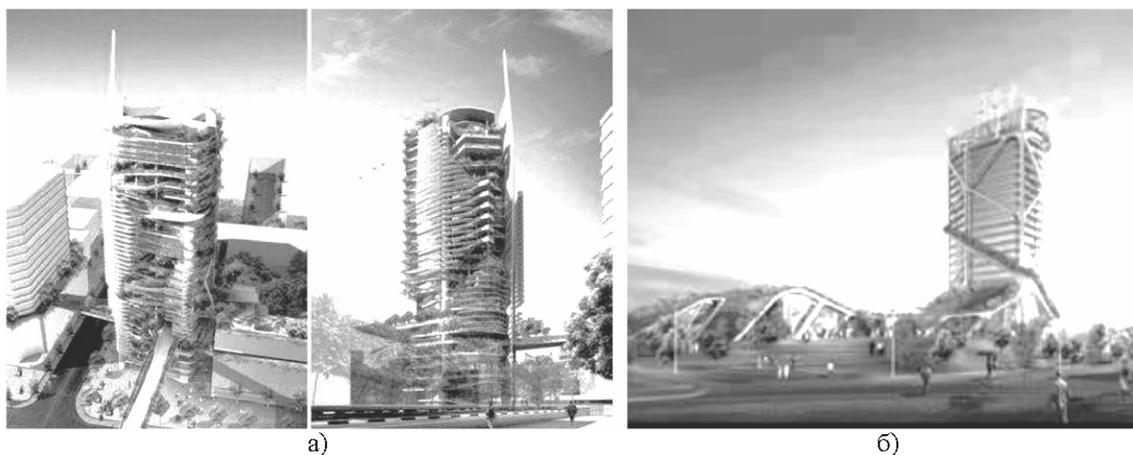


Рис. 3. Высотные объекты Кен Янга: а – EDIT tower, г. Куала-Лумпур;  
б – Башня Chongqing Tower, Китай T.R. Hamzah & Yeang Sdn. Bhd

#### Лекция К. Мюллера «Целостный подход в развитии экологического дизайна»

Кристиан Мюллер известен по всему миру как носитель знаний передовых технологий и автор серьезных разработок в области экологического дизайна.

В своей лекции архитектор и дизайнер К. Мюллер раскрыл особенности своего комплексного подхода к экологическому дизайну. На примерах своих проектов автор раскрыл свое понимание методических принципов экологического проектирования.

В частности, он рассматривал проблемы создания экономически целесообразного экологического дизайна на примере горного подземного курорта «Villa Vals» (рис. 4).

Далее в проекте «Pearls» в Ойстервейке он изложил присутствующим задачи осуществления социально целесообразного экодизайна.

На примере конкурсной работы для нового здания мэрии Роттердама были раскрыты проблемы создания «энергетически нейтрального здания».

Особенности осуществления урбанистического экологического развития были рассмотрены на примере нового здания мэрии Утрехта.

Использование экологической целесообразности в качестве ключевого фактора монетизации было рассмотрено на примере генпланов проекта для Швейцарии.



Рис. 4. Villa Vals – подземный дом в Швейцарии по проекту К. Мюллера

Цикл лекций завершился выступлением Михаила Какушкина, который провел параллели между природой и человеком в лекции «Неживое в живом». М. Какушкин рассмотрел три основных направления развития экоархитектуры: современные технологии сближения искусственной и естественной среды, создание пространственной среды для социокультурной экосистемы и этноэкологию.

В целом, лекции представили собой для слушателей теоретическую основу фестиваля «Экотектура», практическая часть была реализована в профессиональном мастер-классе старшего архитектора студии Кен Янга Набила Бин Ахмада.

#### **Мастер-класс Набила Бин Ахмада**

Темой мастер-класса было моделирование инфраструктуры современных высотных зданий по методике пионера экоархитектуры Кен Янга. Участниками мастер-класса были студенты Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ), Московского архитектурного института (МАРХИ), Московского государственного строительного университета (МГСУ), выпускники архитектурных факультетов и практикующие архитекторы.

Для работы на мастер-классе казанские участники предложили взять в качестве градостроительной основы территорию в городе Казани. Разрабатываемая территория располагается на пересечении улиц Гривская, Комсомольская и Яруллина в городе Казани, на которой в осеннем семестре студенты 4 курса КГАСУ проектировали жилой комплекс с общественной функцией. Набил Бин Ахмад предложил применить в проекте подход, используемый мастерской Кен Янга при разработке всех своих проектов. Суть этого подхода заключается в том, что выделяются четыре основных компонента экологической архитектуры, которые должны присутствовать в любом проекте. Эти компоненты соответствуют четырем цветам спектра: зеленому – растения, голубому – вода, серому – инфраструктура, красному – человек. Архитектор ни одну из этих составляющих не рассматривает отдельно, а считает, что одно не может существовать в отрыве от другого.

В течение многочасового мастер-класса по проектированию небоскрёбов Набил Бин Ахмад подробно ознакомил участников с принципами вертикального дизайна, которыми пользуется Кен Янг при создании своих проектов, продемонстрировал примеры своих проектов.

Значительно отличающиеся от российской, культура и природа Малайзии создают у архитекторов этой студии иное, отличное от других, мировоззрение, что естественно выражается в проектах. В частности, Набилу Бин Ахмаду было очень непривычно работать над проектом в российских климатических условиях. Например, когда участники мастер-класса, учитывающие наши климатические условия, предлагали выставить на крышу в летнее время растения в кадках, он был против этого, считая, что следуя принципам экоархитектуры растения должны высаживаться не на короткий срок, а навсегда. В итоге, в течение длительных дискуссий участникам и руководителю, жителям разных климатических зон, приходилось находить компромиссные решения. Проектной группе очень помогло в работе присутствие еще одного активного участника, не имеющего прямого отношения к архитектуре, – ботаника. Этот специалист, знающий многие виды растений и практикующий высаживание их на различных площадках, в том числе открытых и вертикальных, давал весьма дельные советы по выбору растений и места для их высаживания, также он делал полезные рекомендации по выбору крепких материалов для крепления растений на стены.

Градостроительный анализ Набил Бин Ахмад начал с того, что попытался проанализировать план территории, основываясь на предоставленной ему топографии. Он, как человек, не знакомый до этого с картой города, исследовал градостроительную ситуацию Казани: находится ли рассматриваемый участок в центре или на периферии, его значимость и возможности его застройки, функциональные нужды города в данном месте и положение основных дорожных магистралей вокруг участка. Здесь он изложил участникам принципы

предварительного анализа территории, которые используют в их проектной компании. Участники мастер-класса отметили, что этот анализ являлся очень подробным и учитывал не только градостроительные особенности площадки проектирования, но и природные особенности, включая ветровую ситуацию, рельеф местности, наличие или отсутствие рек и озер рядом с местом проектирования, особенности флоры и фауны, окружающих участков.

После выполнения функционального анализа проектная группа пришла к решению запроектировать на участке или несколько зданий, или одно с разными функциями.

Методом быстрого калькирования руководитель генерировал идеи и менял листы кальки. Как только следующая из нанесенных на кальку идей переставала соответствовать нуждам проекта, она удалялась. Набил Бин Ахмад провел «brainstorming», так называемый «мозговой штурм». В условиях ограниченного времени он воздействовал на каждого участника мастер-класса, чтобы тот мог сформулировать свою наиболее продуктивную идею, чаще всего пришедшую в голову раньше других. В итоге проделанной работы появились интересные идеи для дальнейшего функционирования разрабатываемого объекта. Некоторые идеи были сразу отсеяны. Например, идея топить снег показалась всем очень дорогостоящей, и было предложено запроектировать крыши под таким углом, чтобы скапливающийся с них снег падал в специальное помещение и таял с приходом весны. Далее был изготовлен рабочий макет из подручных материалов, который был представлен на суд других архитекторов.

Результатом работы мастер-класса стала концепция проекта жилого комплекса с рабочим макетом, который был сделан совместно куратором и участниками мастер-класса. Основные идеи проекта: использование труб отопления для прогрева крыш, использование ветровой энергии с помощью установки ветряка на крышу одной из высоток, установка на наклонных крышах солнечных батарей для уменьшения затрат электроэнергии в теплый период. Кроме того, было предложено засадить вертикальные и горизонтальные поверхности зданий морозостойкими растениями. Для увеличения озелененных площадей также было предложено запроектировать «зеленый» пешеходный мост из парка «Шурале» на проектную территорию. Этот мост опоясывал бы всю территорию, внутри него же планировалось построить торговые площади. В центре территории предполагалось установить атриум, в котором находился бы детский сад и общая территория для жилого и торгового комплексов. Жилой комплекс предполагалось установить в глубине участка, подальше от строящейся активной развязки по улице Яруллина. Он был запроектирован сложной террасированной по высоте формы, имеющей спуск по направлению к реке Казанке.



Рис. 5. Мастер-класс. Работа над макетом

Проектным мастер-классом перед объединенной разнородной командой студентов и архитекторов была поставлена творческая задача, потребовавшая анализа исходной градостроительной ситуации, мозгового штурма, собственно развернутого проектного процесса, реализации и оформления проектных решений, презентации результатов совместного труда. Мастер-класс был реализован в социальном контексте, как чаще всего это бывает, в малознакомом коллективе, заставляя участников находить общий язык с новыми людьми для решения достаточно сложных задач: мастер-класс объединил студентов, архитекторов и руководителя, стимулировал их объединенную творческую активность, при этом позволил каждому участнику проявить самостоятельность, способствовал раскрытию индивидуальных потенциальных возможностей.

Для продвижения современных идей экологической архитектуры, как, впрочем, идей и в любой другой отрасли, полезность участия в подобных мастер-классах не только студентов, но и профессиональных архитекторов несомненна. Стремление к групповому успеху в разработке инфраструктуры современного сложного высотного здания, запроектированного с использованием принципов экоархитектуры, позволило участникам мастер-класса совместно осуществить модель полного цикла мышления, необходимого квалифицированному специалисту, начиная от постановки задач, служащих мотивацией к познавательной активности и поиску различных способов их разрешения, до разработки множества вариантов и выбора наиболее эффективного из них для решения проблемы.

#### Список литературы

1. Цитата: «Полезность, прочность, красота» // WIKIPEDIA.ORG: сайт, предоставляющий информацию по различным аспектам. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Витрувий> (дата обращения: 11.01.2013).
2. The Dymaxion House // ART-GUSLITSA: сайт, предоставляющий информацию о творческой усадьбе «Гуслица». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/ken-yang.html> (дата обращения: 11.01.2013).
3. Биография Хавьера Сеносиана // ART-GUSLITSA: сайт, предоставляющий информацию о творческой усадьбе «Гуслица». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/haver-senosian.html> (дата обращения: 11.01.2013).
4. «Bioarquitectura» («Биоархитектура»), Architectural Press, Elsevier, 2003 Оксфорд, Великобритания.
5. «Arquitectura organica de Senosian» («Органическая архитектура Сеносиана») AM editores Press, 2008, Мексика, from Senosiain.
6. Биография Садахико Нишиямы // ART-GUSLITSA.RU: сайт, предоставляющий информацию о творческой усадьбе «Гуслица». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/sadahiko-nishiyama.html> (дата обращения: 11.01.2013).
7. Биография Кен Янга // ART-GUSLITSA.RU: сайт, предоставляющий информацию о творческой усадьбе «Гуслица». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/ken-yang.html> (дата обращения: 11.01.2013).
8. Биография Кен Янга // PROMGIDROPONICA.RU: сайт, предоставляющий информацию по прогрессивному растениеводству. URL: <http://www.promgidroponica.ru/index.php?q=node/39> (дата обращения: 18.01.2013).
9. Кристиан Мюллер. Лекция. ARCHI.RU: информационный портал URL: [http://archi.ru/events/extra/event\\_current.html?eid=7049](http://archi.ru/events/extra/event_current.html?eid=7049) (дата обращения: 15.01.2013).
10. Мубаракшина Ф.Д. Проектный семинар – перспективная форма внеучебной деятельности в подготовке специалиста архитектурно-строительного вуза. // Известия КГАСУ, 2012, № 4. – С. 509-513.

**Safina G.I.** – student

E-mail: sbsp4@rambler.ru

**Mingazova R.A.** – student

E-mail: mingazova.1992@mail.ru

**Mubarakshina F.D.** – candidate of architecture, associate professor

E-mail: faina.arch@rambler.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Moscow Festival «Ekotektura» – environmental workshop for architects in Russia

#### Resume

Green building is actively developing in the world. One of the activities arranged for the promotion of environmental principles of architecture in Russia, became an international festival of live houses, which took place in two stages: a lecture at the design studio ARTPLAY and master classes in creative estate «Guslitsa» from 26 to 30 September 2012. The lecturers were masters of «green» architecture Senosian Javier (Mexico), Sadahiko Nishiyama (Japan), Ken Yeang (Malaysia), Christian Müller (Switzerland), Anastasia Kozhukhova (Russia / UK) and others. The themes of the lectures were: «Organic Architecture» by J. Senosian, «Northern Housing Hokkaido and ecological housing» and «Complex objects, such as hot springs (Onsen)» by S. Nishiyama, «Vertical design metropolis» by K. Yeang and «A holistic approach to the development of ecological design» by C. Muller and others. The lectures were a theoretical framework of the festival, and the practical part was done in the form of project master class studio Nabil Bin Ahmad. The topic of the master class was modeling infrastructure of modern skyscrapers on how Ken Yeang. Nabil Bin Ahmad proposed to apply the project approach, used the studio Ken Young in the development of their projects. The essence of it is to extract the four main components of ecological architecture, which corresponds to four colors: green – plants, blue – water, gray – infrastructure and red – the person. None of these components are considered separately, one can't exist without the other. Result is the concept of the complex with a model made by team of architects, students and teachers.

**Keywords:** ecological architecture, the festival of live houses, design workshop.

#### References

1. WIKIPEDIA.ORG: a site that provides information on various aspects. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Витрувий> (reference date: 01.11.2013).
2. The Dymaxion House // ART-GUSLITSA: a site that provides information about the creative manor «Guslitsa». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/ken-yang.html> (reference date: 11.01.2013).
3. Biography Javier Senosiana // ART-GUSLITSA: a site that provides information about the creative manor «Guslitsa». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/haver-senosian.html> (reference date: 11.01.2013).
4. «Bioarquitectura» («bioarchitecture»), Architectural Press, Elsevier, 2003 Oxford, UK.
5. «Arquitectura organica de Senosian» («Organic architecture Senosiana») AM editores Press, 2008, Mexico, from Senosiain.
6. Biography Sadahiko Nishiyama // ART-GUSLITSA.RU: a site that provides information about the creative manor «Guslitsa». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/sadahiko-nishiyama.html> (reference date: 11.01.2013).
7. Biography Ken Young // ART-GUSLITSA.RU: a site that provides information about the creative manor «Guslitsa». URL: <http://art-guslitsa.ru/video-intervyu/ken-yang.html> (reference date: 11.01.2013).
8. Biography Ken Young // PROMGIDROPONICA.RU: a site that provides information on the progressive crop. URL: <http://www.promgidroponica.ru/index.php?q=node/39> (reference date: 18.01.2013).
9. Christian Müller. Lecture. ARCHI.RU: Information Portal URL: [http://archi.ru/events/extra/event\\_current.html?eid=7049](http://archi.ru/events/extra/event_current.html?eid=7049) (reference date: 15.01.2013).
10. Mubarakshina F.D. Project workshop – a perspective form of extracurricular activities of the higher school architectural and engineer specialist preparation. // News of the KSUAE, 2012, № 4. – P. 513-509.

УДК 378

Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор

Громаков Н.С. – кандидат химических наук, доцент

E-mail: nikolai.gromakov@tumbler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

### Роль взаимосвязи естественных наук и спецдисциплин при подготовке экологических кадров

#### Аннотация

Обсуждаются возможности более глубокой интеграции знаний, приобретенных на этапе изучения общеобразовательных дисциплин, при изучении специальных дисциплин. Переход на двухуровневое высшее образование сопряжен с заметным уменьшением количества учебных часов, отводимых на изучение общеобразовательных дисциплин. Вместе с тем при подготовке инженеров-экологов, бакалавров и магистров, например, химия является одновременно и базовой дисциплиной при изучении многих специальных дисциплин. Считаем, что большую положительную роль должен играть междисциплинарный подход, способствующий на основе межпредметных связей как лучшему закреплению определенных тем и разделов, так и усвоению важнейших обобщающих понятий, встречающихся в разных курсах химии и специальных дисциплинах.

**Ключевые слова:** высшее профессиональное образование, инженерная защита окружающей среды, взаимосвязь общеобразовательных и специальных дисциплин.

Современный этап развития высшего профессионального образования характеризуется вступлением в действие федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения. Данные стандарты призваны модернизировать российскую систему высшего профессионального образования с учетом новых реалий развития страны и общества, а также международных тенденций, нашедших наиболее полное выражение в Болонском процессе. Следует отметить, что этот переход сопровождается весьма ощутимым уменьшением учебной нагрузки по общеобразовательным дисциплинам, что, на наш взгляд, требует построения образовательного процесса с использованием принципов интеграции. Интеграция в образовании определяется современными учеными как «объединение, органическое слияние образовательных учреждений, систем, подходов, направлений, образовательных программ, разных предметов или их элементов внутри образовательных областей» [1]. В данном случае, при реализации стратегии развития специальной подготовки инженеров-экологов, бакалавров и магистров по направлению 280700 «Техносферная безопасность» важным аспектом в процессе обучения является взаимосвязь и взаимопроникновение общеобразовательных и специальных дисциплин [2], необходимость которой в технических вузах заложена в их специфике [3]. Целесообразность и необходимость применения в экологическом образовании междисциплинарного подхода обуславливается не только объективным единством мира, природы и человека, но и тем, что каждый учебный предмет не может обеспечить раскрытие всех ведущих экологомировозренческих идей и связей между ними. Это закономерно ведет к тому, чтобы обучение студентов-экологов, например химии как общеобразовательной дисциплине, имело *профессиональную направленность*. В более широком плане знания, полученные студентами при изучении комплекса химических наук в их преемственности и взаимосвязи, дают понимание основных задач и потенциальных возможностей химии и экологии при защите окружающей среды, широкий простор в исследовании и практическом использовании различных явлений, свойств и закономерностей, а также способствуют развитию личности. В более узком плане реализация этих принципов с использованием межпредметных связей играет большую положительную роль как для закрепления определенных тем и разделов, так и для усвоения важнейших обобщающих понятий, встречающихся в разных курсах химии и специальных дисциплинах.

Рассмотрим некоторые из этих аспектов на примере взаимосвязей общеобразовательных и специальных дисциплин, изучаемых при подготовке по профилю 280704 – «Инженерная защита окружающей среды». Например, обобщенное понятие «дисперсные системы» начинает формироваться в курсе общей химии, затем закрепляется и развивается при изучении физической химии и коллоидной химии, а применяется при изучении ряда специальных дисциплин и затем в профессиональной деятельности (рис. 1).



Рис. 1. Пример взаимосвязи общеобразовательных и специальных дисциплин

В различных разделах химии объектами исследования являются химические вещества, рассматриваемые либо на молекулярном (микро-), либо макроскопическом (макро-) уровнях. В курсе общей химии основное внимание уделяется изучению строения и свойств химических веществ на микроуровне как отдельных молекул. Понятие

дисперсные системы вводятся при рассмотрении межмолекулярного взаимодействия как способа самоорганизации молекул, которое на макроуровне приводит к появлению агрегатного состояния вещества и таких понятий, как гомогенность и гетерогенность.

В курсе физической химии основное внимание уделяется совокупному поведению молекул (атомов или ионов) как системы, состоящей из очень большого числа участников. Оно связано с действием законов термодинамики и энергией системы как основной движущей силы протекающих в ней процессов. В коллоидной химии изучаются дисперсные системы с высокой удельной фазовой поверхностью раздела, в которой одни компоненты отделены от других. Дисперсные системы чрезвычайно многообразны и классифицируются по различным признакам. Обычно приводимое деление на дисперсную фазу и дисперсионную среду справедливо только для систем, в которых дисперсная фаза образована обособленными частицами. Вместе с тем, существует значительное число биконтинуальных систем, в которых обе фазы непрерывны и пронизывают друг друга. Таковы пористые твердые тела с открытой пористостью (катализаторы и сорбенты), грунты, многие земные породы. К этим системам близки по своей структуре гели и студни, образующиеся в растворах высокомолекулярных соединений (ВМС), в том числе ВМС, обладающие клееподобными свойствами. Такая последовательность закладывает основы и единство изучения химических объектов как на микро-, так и макроуровнях с раскрытием разных форм их химической организации как единой системы и проявляемых ею разных свойств и функций (химических, физико-механических, биологических и др.) в зависимости от природы участвующих веществ, среды и условий. При изучении специальной дисциплины «Полимерные композиционные материалы в строительстве» студенты напрямую встречаются с понятием «биконтинуальные системы» на примере взаимопроникающих систем в полимерах [4]. В спецдисциплинах «Теоретические основы защиты окружающей среды», «Процессы и аппараты», «Очистка и регулирование качества воды» студенты убеждаются, что понятие «дисперсные системы» в их специальности носит практически всепроникающий характер.

Многообразие и распространенность в природе дисперсных систем, а также их чрезвычайно широкий спектр свойств, с одной стороны, находят самое широкое применение в человеческой деятельности. С другой стороны, любое производство сопряжено с влиянием его продуктов и отходов на окружающую среду. Подавляющее большинство загрязнений представлено в окружающей среде в составе тех или иных дисперсных систем. Образование подобных загрязнений и борьба с ними основаны на общих закономерностях. Это служит еще одним характерным примером взаимосвязи общеобразовательных и специальных дисциплин, изучаемых студентами-экологами. Так, например, в курсе коллоидной химии поведение и свойства дисперсных систем отражаются обобщенным уравнением 1-ого и 2-ого законов термодинамики, которое удобнее представить в виде:

$$\sigma ds = dG + SdT - Vdp - \sum \mu_i dn_i - \varphi dq,$$

где  $\sigma$  – поверхностное натяжение;  $s$  – площадь поверхности;  $G$  – энергия Гиббса,  $S$  – энтропия,  $T$  – температура;  $V$  – объем;  $p$  – давление;  $\mu_i$  – химический потенциал компонента  $i$ ;  $n_i$  – число молей компонента  $i$ ;  $\varphi$  – электрический потенциал;  $q$  – количество электричества.

Каждое из слагаемых в правой части этого уравнения и их различные комбинации отражают наиболее типичные поверхностные явления (адгезия и когезия, смачивание и растекание, различные виды сорбции и капиллярные явления). Движущей силой этих процессов является поверхностная энергия. Стремление к ее минимизации обуславливает все разнообразие поверхностных явлений. Эти же закономерности используются для борьбы с загрязнением окружающей среды. Знакомясь на спецкурсах с основными проблемами и методами защиты окружающей среды от тех или иных загрязнений, студенты вновь встречаются со всем разнообразием коллоидно-химических процессов, используемых для борьбы с этими загрязнениями. Основная задача высшей школы

заключается в том, чтобы знания, приобретенные на предыдущем этапе, были полнее интегрированы при изучении спецдисциплин, так чтобы объединить получаемые знания в целостную картину. Возможности для реализации принципа междисциплинарной интеграции весьма широки [5-8]. Это могут быть интегрированные лабораторные и практические занятия, курсовые работы, компьютерное моделирование и тестирование и др. Следует отметить, что в практике высшей школы этот принцип до сих пор не получил широкого распространения.

Таким образом, объективной предпосылкой междисциплинарного подхода является интеграция научного знания, имеющая место на современном этапе развития науки. Межпредметные связи в профессиональном обучении являются конкретным выражением интеграционных процессов, происходящих сегодня в науке и жизни общества. Эти связи играют важную роль в формировании профессиональных компетенций, повышении практической и научно-теоретической подготовки студентов, существенной особенностью которой является овладение ими обобщенным характером познавательной деятельности. Принцип обобщенности дает возможность применять знания и умения в конкретных ситуациях, при рассмотрении частных вопросов как в учебной, так и в практической деятельности.

### Список литературы

1. Загвязинский В.И., Закирова А.Ф., Строкова Т.А. и др. Педагогический словарь: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В.И. Загвязинского, А.Ф. Закировой. – М.: Издат. центр «Академия», 2008. – 352 с.
2. Строганов В.Ф., Завьялова Н.Б., Шарафутдинова А.В., Скибинская А.А. Научно-методические основы развития специальности «Инженерная защита окружающей среды» для подготовки инженеров-экологов в области строительства // Известия КазГАСУ, 2007, № 1 (7). – С. 105-108.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700 – Техносферная безопасность. URL: <http://fgosvpo.ru> (дата обращения: 26.09.2012).
4. Липатов Ю.С., Сергеева Л.М. Взаимопроникающие полимерные сетки. – Киев: Наукова думка, 1979. – 160 с.
5. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
6. Девисилов В.А. Принципы проектирования примерной программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и технологий обучения // Безопасность в техносфере, 2009, № 4. – С. 22-33.
7. Шорникова О.Н. Технология формирования информационной компетентности студентов на основе междисциплинарной интеграции // Успехи современного естествознания, 2010, № 12. – С. 83-85.
8. Литвинова Т.Н., Быков И.М., Волкова Н.К. Межпредметная интеграция химических дисциплин в медицинском вузе // Современные проблемы науки и образования, 2009, № 2. – С. 51.

Stroganov V.F. – doctor of chemical science, professor

Gromakov N.S. – candidate of chemical science, associate professor

E-mail: [nikolai.gromakov@rumbler.ru](mailto:nikolai.gromakov@rumbler.ru)

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### The role of the relationship of natural sciences and special disciplines in the preparation of environmental staff

#### Resume

The transition to a two-tier higher education is associated with a notable decrease in the number of training hours devoted to the study of general subjects such as chemistry. While the

preparation of environmental engineers, bachelors and masters in 280700 «Technosphere Safety» chemistry is both a core discipline in the study of many specialized disciplines. We believe that a major positive role to play interdisciplinary approach that based on the interdisciplinary connections on the one hand improve the consolidation of certain topics and sections, on the other, and the assimilation of essential generalizing concepts encountered in various courses of chemistry and special disciplines. For example, the diversity and abundance in nature of disperse systems, as well as their extremely wide range of properties are widely used in human activity. However, any production is associated with the influence of its products and wastes on the environment. The vast majority of the contaminants present in the environment in the various dispersed systems. The formation of such pollution and control based on the general laws. This is a typical example of the relationship of general and special subjects studied ecology students.

**Keywords:** higher professional education, engineering protection of environment, the relationship of general education and special education.

### References

1. Zagviazinskij V.I., Zakirova A.F., Stokova T.A. et al. Teaching vocabulary: Stud. allowance for Stud. top. textbook. institutions. – M.: Publisher. Center «Academy», 2008. – 352 p.
2. Stroganov V.F., Zavialova N.B., Sharafutdinova A.V., Skibinskaia A.A. Scientifically of a basis of progress of a speciality «Engineering protection of an environment» for preparation of engineers-ecologists in the field of construction // Izvestiya KazGASU, 2007, 1 (7). – P. 105-108.
3. Federal State educational standard of higher vocational education in training 280700 – «Tehnosfernaia bezopasnost». URL: <http://fgosvpo.ru>. (reference date: 26.09.2012).
4. Lipatov Y.S., Sergeeva L.M. Interpenetrating polymer grids. – Kiev: Naukova dumka. 1979. – 160 p.
5. Novikov A.M., Novikov D.A. Methodology. – M.: SINTEG, 2007. – 668 p.
6. Devisilov V.A. Principles of the design model program discipline «Safety of vital activity» and learning technologies // Security in the technosphere, 2009, № 4. – P. 22-33.
7. Shornikova O.N. Formation of Information Technology competence of students through interdisciplinary integration // Uspehi sovremennogo estestvoznaniia, 2010, № 12. – P. 83-85.
8. Litvinova T.N., Bikova I.M., Volkova N.K. Intersubjects integration of chemical sciences at the Medical University // Sovremennie problemi nauki i obrazovaniia, 2009, № 2. – P. 51.

---

---

**ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ  
ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ  
«ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Статья должна быть набрана в программе Microsoft Word (версия не ранее MS Word 97). Файл, названный именем автора статьи, представить с расширением RTF.

**Параметры страницы:**

- размер страницы – 297x210 мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 30 мм, справа – 30 мм;
- ориентация страницы – книжная.

**Параметры форматирования текста:**

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 11 пт;
- абзацный отступ – 10 мм (не задавать пробелами);
- выравнивание – по ширине;
- заголовки полужирным шрифтом, с выравниванием по центру;
- междустрочный интервал – одинарный.

При наборе статьи исключить автоматический перенос слов. Запрещено уплотнение интервалов шрифта.

Объем публикации – не менее 5 полных страниц и не более 10 страниц, включая таблицы и иллюстрации. Иллюстративный материал не должен перегружать статью (не более 4 рис.). Таблицы и иллюстрации скомпоновать с учетом вышеуказанных полей.

Таблицы создать средствами Microsoft Word и присвоить им имена: Таблица 1, Таблица 2 и т.д. Название таблицы с порядковым номером (или номер таблицы без названия) располагается над таблицей. Текст таблицы должен быть набран шрифтом размером 10-12 пт с одинарным межстрочным интервалом.

Иллюстрации представить в виде файлов основных графических форматов (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Рекомендуемое разрешение – 300 dpi. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом. Не допускается выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80x80 мм, максимальный – 170x240 мм.

Для набора формул и вставки символов использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы компонуются с учетом вышеуказанных полей (при необходимости использовать перенос формулы на следующую строку), помещаются по центру строки, в конце которой в круглых скобках ставится порядковый номер формулы. Ссылку на номер формулы в тексте также следует брать в круглые скобки. Следует применять физические величины, соответствующие стандарту СТ СЭВ 1052-78 (СН 528-80).

Иллюстрации, формулы, таблицы и ссылки на цитированные источники, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. При этом ссылка на литературные источники берётся в квадратные скобки.

**ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ**

УДК 691.33

**Иванов И.И.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ivanov@kgasu.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

разделительный интервал

**Современные строительные материалы**

разделительный интервал

**Аннотация**

**Текст аннотации** (50-100 слов)

**Ключевые слова:** теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация

разделительный интервал

**Текст статьи**

разделительный интервал

**Список литературы**

разделительный интервал

**Ivanov I.I.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ivanov@kgasu.ru

---

---

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1  
разделительный интервал  
**Modern building material**  
разделительный интервал

**Resume****Текст резюме** (150-200 слов)**Keywords:** thermal insulating materials, of carbamide foams, updating  
разделительный интервал**References\***

\* Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия изданий не переводить – писать в латинской транскрипции).

**Перечень библиографических ссылок обязателен!****Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.****Примеры:**

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков // Сб. научных трудов «Материалы 49-й Республиканской научной конференции». – Казань: КГАСА, 1998. – С. 186-191.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 21-22.
4. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. – Казань, 1974. – 22 с.
5. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.
6. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02. Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
7. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – М., 2000. – 15 с.
8. Отчёт по НИР. Инв. № 02200703350. Соколов Б.С. и др. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчёта железобетонных и каменных элементов, конструкций зданий и сооружений.
9. Инвестиции останутся сырьевыми // PROGNOSIS.RU: ежеднев. интернет-изд. 2006. 25 янв. URL: <http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464> (дата обращения: 19.03.2007).

**Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:**

1. Bazhenov Yu.M. Technology of concrete. – M: Publishers ASV, 2002. – 500 p.
2. Dranovsky A.N. Dynamic parameters of durability of sand // The collection of proceedings «Materials of 49th Republican scientific conference». – Kazan: KSABA, 1998. – P. 186-191.
3. Zavadsky V.F., Putro N.B., Maksimova Yu.S. Porous building ceramics // Stroitelnye materialy, 2004, № 2. – P. 21-22.
4. Korchagina V.I. Research in the field of updating of PVC and bipolymerous systems on its basis // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Chem. Sci. – Kazan, 1974. – 22 p.
5. Chemical technology of ceramics: Studies. The grant for high schools / Under the editorship of prof. I.I. Guzman. – M: LTD RIF « Stroymaterialy», 2003. – 496 p.
6. The send-receive device: the patent 2187888 Russian Federation. № 2000131736/09; It is declared 18.12.00; it is published 20.08.02. The bulletin № 23 (II part). – 3 p.
7. GOST 9128-97. Mixes asphalt-concrete road, air field and asphalt-concrete. – M., 2000. – 15 p.
8. The report on research work. Inv. № 02200703350. Sokolov B.S. and others. Working out new and perfection of existing methods of calculation of ferro-concrete and stone elements, designs of buildings and constructions.
9. Investments remain raw // PROGNOSIS.RU: the daily Internet-edition 2006. 25 jan. URL: <http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464> (reference date: 19.03.2007).

В список литературы вносятся только опубликованные работы.

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким. Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для самостоятельного опубликования.

В разделе «**Введение**» рекомендуется указать нерешенные ранее вопросы, сформулировать и обосновать цель работы и, если необходимо, рассмотреть ее связь с важными научными и практическими направлениями. Могут присутствовать ссылки на публикации последних лет в данной области, включая зарубежных авторов.

**Основная часть статьи** должна подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

---

---

Основная часть статьи может делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками) и содержать анализ последних публикаций, посвященных решению вопросов, относящихся к данным подразделам.

В разделе «**Заключение**» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Язык публикации: русский или английский.

Тезисы к публикации не принимаются!

Если статья была или будет направлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции. Ранее опубликованные статьи к рассмотрению не принимаются.

**От авторов в редакцию журнала предоставляются следующие материалы:**

- Два экземпляра статьи в четко распечатанном виде, скрепленные степлером, подписанные автором (ами);
- Электронный носитель (CD-диск. Электронная версия статьи должна соответствовать варианту на бумажном носителе);
- Две рецензии (соответствующего уровня) от двух независимых организаций;
- Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись;
- Анкета автора (ов) в предлагаемой форме (заполнить на русском и английском языке).

Материалы к публикации вложить в полиэтиленовый файл.

Датой поступления статьи считается день представления последнего из вышеуказанных материалов.

Представленные авторами научные статьи направляются на независимое закрытое рецензирование специалистам по профилю исследования, членам редакционной коллегии. Основными критериями целесообразности публикации являются новизна полученных результатов, их практическая значимость, информативность. В случае, когда по рекомендации рецензента статья возвращается на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее доработанного варианта. К доработанной статье в обязательном порядке прикладываются ответы на все замечания рецензента. Статьи, получившие отрицательные заключения рецензентов и не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии журнала не публикуются и не возвращаются (почтовой пересылкой). Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

После уведомления редакцией принятия рукописи и согласования сроков её публикации с ответственным исполнителем журнала авторы представляют копию платежной квитанции или справку, подтверждающую обучение автора (ов) в аспирантуре на момент подачи статьи.

**Расчет стоимости не зависит от объема текста статьи на странице.**

Журнал «Известия КГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

**АВТОРЫ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ ЧЛЕНАМИ РЕДКОЛЛЕГИИ И (ИЛИ) ПОДПИСЧИКАМИ ЖУРНАЛА, ИМЕЮТ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЕ ПРАВО НА ОПУБЛИКОВАНИЕ СВОИХ СТАТЕЙ.**

**СТАТЬИ АСПИРАНТОВ ПУБЛИКУЮТСЯ БЕСПЛАТНО.**

Научная статья в полном объеме будет также размещена на официальном сайте «Известия КГАСУ» – электронном научном издании (ЭНИ) <http://izvestija.kgasu.ru/> (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-31046 от 25.01.2008).

Все материалы направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, ОПИР, комн. 79. Телефон (843) 510-46-39, 236-26-88 (тел./факс). E-mail: [patent@kgasu.ru](mailto:patent@kgasu.ru). Ответственный исполнитель журнала – Хабибулин Марат Максutowич.

**Банковские реквизиты:**

КГАСУ  
420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1  
ИНН 1655018025 КПП 165501001  
Сч. 40501810292052000002  
в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань  
БИК 049205001  
Л/с 20116Х06860

**Указать назначение платежа:** Код дохода: 0000000000000000130 реализация изд. деят-ти.

## АНКЕТА АВТОРА(ОВ)

(заполняется в электронном виде отдельным файлом, названным «Анкета», с расширением RTF)

<b>Фамилия, имя, отчество</b> (полностью), <b>учёная степень,</b> <b>звание,</b> <b>должность.</b> <b>Полное наименование организации,</b> <b>город</b> (указывается, если не следует из названия организации) (для каждого автора) <b>Адрес организации</b>	
<b>Название статьи</b>	
<b>Аннотация</b> (от 50 до 100 слов)	
<b>Ключевые слова</b> (от 5 до 10 слов или словосочетаний)	
<b>Научная тематика статьи</b>	<p>Впишите одну из представленных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия;</li> <li>– Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности;</li> <li>– Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов;</li> <li>– Строительные конструкции, здания и сооружения;</li> <li>– Основания и фундаменты, подземные сооружения;</li> <li>– Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение;</li> <li>– Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов;</li> <li>– Строительные материалы и изделия;</li> <li>– Гидротехническое строительство;</li> <li>– Технология и организация строительства;</li> <li>– Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей;</li> <li>– Гидравлика и инженерная гидрология;</li> <li>– Строительная механика;</li> <li>– Экология (в строительстве);</li> <li>– Экономика и управление народным хозяйством (в строительстве);</li> <li>– Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве);</li> <li>– Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (в строительстве);</li> <li>– Теория и методика профессионального образования (в строительном вузе);</li> <li>– Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование.</li> </ul>
<b>Паспортные данные</b> (номер, кем выдан, дата выдачи, адрес регистрации), <b>ИНН</b>	
<b>Адрес для переписки</b>	
<b>E-mail</b>	
<b>Контактные телефоны</b>	

## AUTHOR'S QUESTIONNAIRE

(it is filled in electronic type by separate file named «Questionnaire» with expansion RTF)

<p><b>Full Last name First name, Middle name</b>  <b>Scientific degree,</b>  <b>Scientific rank,</b>  <b>Current position.</b>  <b>Full name of the organization,</b>  <b>City</b> (it is noticed if it is not clear from the name of organization)          (for each author)  <b>The organization address</b></p>	
<p><b>Title of the article</b></p>	
<p><b>Resume</b> (The volume from 150 to 200 words)</p>	
<p><b>Keywords</b> (from 5 to 10 words or phrases)</p>	
<p><b>Scientific topic of the article</b></p>	<p>Include one of the presented:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical-architectural heritage;</li> <li>- Architecture of buildings and constructions. Creative conceptions of architectural activity;</li> <li>- Town-planning, planning of rural settlements;</li> <li>- Building constructions, buildings and structures;</li> <li>- Ground works and foundations, underground constructions;</li> <li>- Heating, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination;</li> <li>- Water-supply, water drain, building systems of water resources protection;</li> <li>- Building materials and making;</li> <li>- Hydraulic engineering construction;</li> <li>- Technology and organization of building;</li> <li>- Design and construction of roads, metropolitan railways, airdromes, bridges and transport tunnels;</li> <li>- Hydraulics and engineering hydrology;</li> <li>- Building mechanics;</li> <li>- Ecology (in building);</li> <li>- Economy and management of a national economy (in building);</li> <li>- System analysis, management and information processing (in building);</li> <li>- Mathematical modelling, numerical methods and complexes of programs (in building);</li> <li>- Theory and vocational training technique (in engineering higher educational institution);</li> <li>- Hoisting, building, road machines and equipment.</li> </ul>
<p><b>Mailing address</b></p>	
<p><b>Telephone numbers for communication</b></p>	

---

---

**Известия КГАСУ**  
2013 г., № 1 (23)

Гл. редактор: Низамов Р.К.  
Учредитель и издатель:  
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Редактор: Канзафарова С.М.  
Макет: Хабибулин М.М., Никитина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1  
Тел. для справок: (843) 510-46-39

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136  
Электронное периодическое издание: <http://izvestija.kgasu.ru> Регистр. Эл № ФС 77-31046  
Федеральная служба  
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций  
и охране культурного наследия.

Индекс издания – 36939  
Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Подп. к печати 05.03.2013

Заказ 157

Усл.-печ. л. 37,7

Тираж 500 экз.

I завод-100

Формат 60x84/8

Бумага тип. № 1

Уч.-изд. л. 38,2

Отпечатано в Издательстве КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, 1