

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., № 3 (25)

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](mailto: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, № 3 (25)

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);	Janoitka 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>



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ</b>	
Дыба Ю.Р. 947 chronicle texts on princess Olga's reforms and foundation of pogosts	7
Назарова И.В. Морфологические особенности формирования оборонительно-крепостных комплексов волго-камья середины XVI-XVII вв.	13
Халитова Н.Н., Халитов Н.Х. К вопросу о происхождении образа двуглавой птицы в татарской архитектурно-художественной резьбе	21
<b>АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	
Мубаракшина Ф.Д. К проблеме создания зон экологического комфорта в условиях уплотненной застройки мегаполисов	28
Мубаракшина Ф.Д., Сафина Г.И. Некоторые конструктивно-технологические особенности устройства современных элементов дополнительного озеленения в городе	34
Яковлев А.А. Индустриальное наследие. Анализ современного состояния предприятия	41
<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ</b>	
Кузнецов И.Л., Исаев А.В., Гимранов Л.Р. Несущая способность узлов подстропильных ферм по серии 1.460.3-14КМ	48
Салахутдинов М.А., Кузнецов И.Л. Повышение эффективности раскладки профилированного настила в покрытиях многопролетных зданий	54
<b>ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ</b>	
Ваганов Р.Р. Определение расчетной формы сводов в цементированной грунтовой толще над карстовой полостью	61
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ</b>	
Князева И.А., Золотонос Я.Д., Багоутдинова А.Г. Математическое моделирование процесса лазерной сварки для производства пружинно-витых каналов	67
Миргалиева О.С., Зиганшин М.Г. Моделирование фильтрации двухфазного аэрозоля с золой энергетических углей и способы учета электростатических сил	73
<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ</b>	
Аминова Г.Ф., Габитов А.И., Маскова А.Р., Рысаев Д.У., Горюшинский И.В. Новые типы композиционных ПВХ-материалов отделочного назначения	80
Исламов А.М., Фахрутдинова В.Х., Абдрахманова Л.А. Поверхностное модифицирование ПВХ эпоксидной смолой, функционализированной углеродными нанотрубками	86
Строганов В.Ф., Строганов И.В. Эпоксидные адгезивы для соединения полимерных и разнородных материалов	92
Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р. Пуццоланическая активность керамзитовой пыли и её зависимость от удельной поверхности	98
<b>ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА</b>	
Ибрагимов Р.А., Изотов В.С., Мингазов Р.Х., Киямов И.К., Музафаров А.Ф. Создание интеллектуальной 3D-модели объекта посредством наземного лазерного сканирования	105
Мартьянов М.М., Ибрагимов Р.А., Изотов В.С. Разработка конструкции щита термоактивной опалубки	110
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ</b>	
Майстренко И.Ю. Оценка выносимости элементов стальных конструкций автодорожных мостов на основе метода имитационного статистического моделирования	115
<b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)</b>	
Евстафьева А.Х. Теоретические основы налогового администрирования	125
Клещева О.А. Развитие науки как основа инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан	134
Миронова М.Д., Галяутдинова Г.З. Повышение эффективности управления качеством услуг на основе использования информационных технологий	139
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве)</b>	
Загниборода Н.А., Крысько В.А., Крысько А.В., Шакирзянов Ф.Р. Нелинейная динамика бесконечно длинных цилиндрических панелей	144
<b>ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в строительном вузе)</b>	
Бикчентаева Р.Р., Халиуллин М.И. Влияние межпредметных связей на формирование компетенций будущих специалистов	154

Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Геометро-графический аспект в формировании профессионализма архитектора	160
Сафин Р.С., Корчагин Е.А. Формы организации дополнительного опережающего обучения студентов и работающего персонала	166
Сафин Р.С., Корчагин Е.А., Сучков В.Н. Подготовка будущих строителей к предпринимательской инновационной деятельности	179
Третьякова З.О., Глазунов К.О. Значение геометро-графических дисциплин в процессе подготовки инженерных кадров строительного профиля	186
<b>ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
Сахапов Р.Л., Абсалямова С.Г. Глобальное партнерство в сфере трансфера технологий как фактор сокращения инновационного разрыва	193
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	199



# CONTENTS

<b>ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION</b>	
Dyba Y.R. 947 chronicle texts on princess Olga's reforms and foundation of pogosts	7
Nazarova I.V. Morphological features of formation of Volga-Kama fortresses of the XVI-XVIIth centuries	13
Khalitova N.N., Khalitov N.Kh. To the question about the origin of the image of the double-headed bird in the tatar architectural and artistic carving	21
<b>HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES</b>	
Mubarakshina F.D. To the problem of creating ecological comfort zones in the compacted modern cities conditions	28
Mubarakshina F.D., Safina G.I. Several design and technological features of the modern elements of additional landscaping devices in the city	34
Iakovlev A.A. Industrial heritage. Analysis of the current state of the enterprise	41
<b>BUILDING STRUCTURES, HOUSES</b>	
Kuznetsov I.L., Isaev A.V., Gimranov L.R. The load capacity of joint of the truss made by typical blueprints 1.460.3-14KM	48
Salakhoutdinov M.A., Kuznetsov I.L. Improving the efficiency of the layout profiled sheeting in the covers of multi-span buildings	54
<b>FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES</b>	
Vagapov R.R. Determination of design form of the vaults in cemented soil mass above the karst cavity	61
<b>HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING</b>	
Knyazeva I.A., Zolotonosov Ya.D., Bagoutdinova A.G. Selection of a mathematical model to describe the heat of the laser welding spring-twisted channels	67
Mirgalieva O.S., Ziganshin M.G. Simulation of filtration of two-phase of aerosol with ash of power coals and ways to address the electrostatic forces	73
<b>BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS</b>	
Aminova G.F., Gabitov A.I., Maskova A.R., Rysaev D.U., Goryushinskiy I.V. New types of composite PVC-materials of finishing appointment	80
Islamov A.M., Fakhrutdinova V.Kh., Abdrahmanova L.A. Surface modification of PVC by epoxy resin functionalized by carbon nanotubes	86
Stroganov V.F., Stroganov I.V. Epoxy adhesives for connection of polymeric and diverse materials	92
Khaliullin M.L., Rakhimov R.Z., Gaifullin A.R. Pozzolanic activity of a haydite dust and its dependence on a specific surface	98
<b>CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION</b>	
Ibragimov R.A., Izotov V.S., Mingazov R.H., Kiyamov I.K., Muzafarov A.F. Creating a 3D-model of the object of intellectual by terrestrial laser scanning	105
Martynov M.M., Ibragimov R.A., Izotov V.S. Development of the construction of formwork of thermoactive shield	110
<b>ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION</b>	
Maystrenko I.Yu. Estimation durability of steel constructional elements of highway bridge on basis of statistical simulation method	115
<b>ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)</b>	
Eystafieva A.Kh. Theoretical bases of tax administration	125
Kleshcheva O.A. The development of science as a basis for the innovative development of constructing industry of the Republic of Tatarstan	134
Mironova M.D., Galyautdinova G.Z. Improving the effectiveness of the quality management services based on the use of information technology	139
<b>MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building)</b>	
Zagniboroda N.A., Krysko V.A., Krysko A.V., Shakirzyanov F.R. Nonlinear dynamics of an infinitely long cylindrical panels	144
<b>THEORY AND VOCATIONAL TRAINING TECHNIQUE (in engineering higher educational institution)</b>	
Bikchentaeva R.R., Khaliullin M.I. Influence of interdisciplinary communications on formation of competences of future experts	154
Danchenko L.V., Tuktamyshev N.K. Geometrical-graphical aspect in formation of architect's professionalism	160

<b>Safin R.S., Korchagin E.A.</b> Forms of further proactive education of students and employees	166
<b>Safin R.S., Korchagin E.A., Suchkov V.N.</b> On teaching future civil engineers private enterprise skills and innovative activities	179
<b>Tretyakova Z.O., Glazunov K.O.</b> The part and position of geometrical graphics discipline in the process of preparation of engineering staff in the building structure	186
<b>HOISTING, BUILDING, ROAD MACHINES AND EQUIPMENT</b>	
<b>Sakhapov R.L., Absalyamova S.G.</b> The Global Partnership in the field of technology transfer as the factor of reducing of the innovation gap	
	193
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	
	199



УДК 72.033

Dyba Y.R. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: yurij\_dyba@ukr.net

National University «Lviv Polytechnic»

The organization address: 79013, Ukraine, Lviv, Bandera, 12

## 947 chronicle texts on Princess Olga's reforms and foundation of Pogosts<sup>1</sup>

### Abstract

The article discusses the fragment of the 947 chronicle text. It describes the episode when Princess Olga establishes the «pogosts» (administrative units) on the Novgorod land. The author argues that the primary text was artificially attached to the Novgorod Chronicle. The events were unfolding in Drevlyanian and Volynian land, where ran Bulgar-Kyiv-Regensburg international trade route. The war in Drevlyanian land opened up prospects for control of this trade route from Kyiv to the Luga river to the basin of the Western Bug, whence opened the waterway to the Baltic Sea along the Bug and the Vistula. The chronicles description about the events of the year 947 shows the establishment of a new system of administrative centers on the right bank of the Western Bug (in the basin of its right tributary – the Luga river) named «pogosts».

**Keywords:** chronicles, Rus', Princess Olga, urban reform, administrative reform, Novgorod land, Drevlyanian land, Volynian land, pogosts (administrative units), international trade routes.

**Problem Setting.** Among the scant reports of urban chronicle of the princely era the earliest evidence of large-scale administrative reform by Princess Olga of Kiev was released and was placed in the Chronicle under the year 947. In the list of administrative measures there is the indication about building of new settlements such as pogosts (administrative units). It is mentioned in the chronicles that it was an early example of systematic Principal Administration's aimed to organize a network of new settlements in Rus'.

There is evidenced in the record that the construction of urban pogosts (administrative units) was provided by reformist ideas of Princess Olga in the taxation, fiscal and customs areas of functioning in Rus' State. Despite a rather comprehensive account of this event in the annals and seemingly definite and unambiguous geographical reference to it, the interpretation faces a number of contradictions that give rise to a critical analysis.

**The objective of publication** is to verify the well-known in the historical literature interpretations of the 947 Chronicle on Princess Olga's reforms after the war in Drevlyanian land, identifying the reasons for the construction of pogosts (administrative units) and determining of the subject areas for above-mentioned urban initiatives of Kievan administration.

The problems of expanding of the administrative center are associated with the attempt to improve the system of the Ancient Rus' state control and dates back to the times of Prince Oleg. His endeavors to establish new settlements were preceded by the attempts to determine where the princely governors had to reside. Tale of Bygone Years gives evidence that Prince Oleg set his men in Smolensk in Lyubech in his way to Kyiv: «6388–6390 (880–882). Oleg set forth, taking with him many warriors from among the Varangians, the Chuds, the Slavs, the Merians and all the Krivichians. He thus arrived with his Krivichians before Smolensk, captured the city, and set up a garrison there. Thence he went on and captured Lyubech, where he also set up a garrison». [14, p. 60-61]; («В лѣтѣмъ ꙗко . тѣ . чѣ . ꙗко [6390 (882)] [П]оиде Оулегъ поимъ воя многи Варяги. Чюдъ Словѣни. Мерю. и всѣхъ Кривичи. и приде къ Смоленску съ Кривичи. и прия градъ. и посади мужъ своѣмъ ѿтуда поиде внизъ. и вздъ Любечъ. и посади мужъ своѣмъ») [4, col. 22-23].

The next urban initiative of Oleg after ascending to the throne in Kiev was the foundation of new cities on the dependent territories that had to pay taxes (tributes). The Chronicle says: «Oleg set himself up as prince in Kyiv, and declared that it should be the mother of Rus' cities. The Varangians, Slavs, and others who accompanied him, were called Rus'. Oleg began to build stockaded towns, and

---

<sup>1</sup> Translation was done with the support of O. Olzhych Fund in the United States. Translation by Halyna Chumak.

*imposed tribute on the Slavs, the Krivichians, and the Merians. He commanded that Novgorod should pay the Varangians tribute to the amount of 300 grivny a year for the preservation of peace. This tribute was paid to the Varangians until the death of Yaroslav». [14, p. 61]; («[u] съде Гзлезь княжа въ Киевѣ. и ре<sup>и</sup> Гзлезь се буди мѣи градомъ рускими. [u] бѣша оу него Варязи и Словѣни и прочи прозвашася Русью. се же Гзлезь нача городы ставити и оустави дани Словѣномъ Кривичемъ и Мери и [устави] Варязомъ. дань даяти ѿ Новагорода гривень. тѣ на лѣ<sup>и</sup> мира дѣла. еже до смрти Ярославль. даяше Варязомъ») [4, col. 23-24].*

The excerpt from Arabian geographer al-Mas'udi confirms the massive, namely urbanizing, activity of Oleg before his official ascension as Prince. He writes about the contemporary of Kyivan Prince Dir – al-Olvang: *«The next after him [Dir – Y. D.] is king al-Olvang whose domain is vast and the buildings are broad, his army is huge and his ammunition is abundant. He wages war on Rum, the Franks, the Langobards and other peoples. <...> This king is followed by the Turk king from Slovia lands, <...>»; («Вслед за ним [Диром – Ю.Д.], следует царь ал-Олванг, у которого много владений, обширные строения, большое войско и обильное военное снаряжение. Он воюет с Румом, франками, лангобардами и другими народами. <...> За этим царем следует из стран славян царь турок, <...>») [6, p. 472]. The name «Turks» (according to Constantine Porphyrogenitus) is used to denote the Hungarians. This fact allows us to localize the al-Olvang's kingdom to the west or south-west of Kyiv. This expert correlates with the word of Persian historian Hardizy. In his work «Zayn al-akbar» («The Beauty of Tales») written within years 1049-53 and reproduced the realities of the beginning of 10th century, Hardizy talks about the Slavonic fortifications: *«They have a tradition of fortress construction. A several men unite to build fortifications, as they are constantly attacked and raided by the Hungarians. They come and the Slavs lock themselves up in these fortifications they have built. Particularly in winter they stay in castles and fortresses and in summer dwell in the forests» («У них есть обычай строить крепости. Несколько человек объединяются, чтобы строить укрепления, так как венгры на них постоянно совершают нападения и грабят их. Венгры приходят, а славяне запираются в эти укрепления, которые построили. Зимой в большей части они находятся в замках и крепостях, а летом в лесах»)* [3, p. 58].*

The Ustuzhskaya chronicles excerpt about administrative urban undertakings deals not only with the establishment of tax and toll: *«6391. Oleg goes and imposes a tax of black marten on the Drevlians, the Severs and the Kozars and all the Rus' lands and towns»; («В лета 6391. Иде Олг на древляны, и на северы, и на козары, и наложи на них дань по черной кунице с человека на год, и оброки по всеи земли Руской устави, и мнози городы постави)* [8, p. 18, 57]. This way the chronicles record the conscious attempts of systematic and structural-functional changes in the state order. Their supply demanded the foundation of the settlements that placed the governmental administration submitted to Kiev and independent from the local tribal administrative structures.

The measures undertaken by Prince Oleg found their further development in a sequence of state administrative reforms, executed by Princess Olga. She started her reformatory activity shortly after the demise of Prince Igor in Drevlyanian lands. It was preceded with the fourfold revenge on the Drevlyans. The first Drevlyanian ambassador was buried alive and the second was burned alive in the bathhouse. Further on Olga executed Drevlyans during the mortuary rites of funeral feast on the grave of Prince Igor and burnt down the town of Korosten.

Having punished the Drevlyans, Olga went with her son Sviatoslav to Drevlyanian land, defining regulations and laws and organizing the encampments and *lovisha* (hunting places) on the conquered territory: *«6454 (946). She then passed through the land of Dereva, accompanied by her son and her retinue, establishing laws and tribute. Her trading posts and hunting-preserves are there still. Then she returned with her son to Kiev, her city, where she remained one year». [14, p. 81]; («и иде Волга по Деревьвстѣи земли съ снѣмъ своимъ и съ дружиною оуставляющи оуставы и оуроки. [u] суть становища съ и ловища. и приде въ градъ свои Киевѣ. съ снѣмъ своимъ Стѣславомъ. и пребывши лѣто едино.») [4, col. 60]. The following year the Kievan Princess extended her activities beyond Drevlyanian land: *«6455 (947). Olga went to Novgorod, and along the Msta she established trading-posts and collected tribute. She also collected imposts and tribute along the Luga. Her hunting-grounds, boundary posts, towns, and trading-posts still exist throughout the whole region, while her sleighs stand in**

*Pskov to this day. Her fowling preserves still remain on the Dnieper and the Desna, while her village of Ol'zhichi is in existence even now. After making these dispositions, she returned to her city of Kiev, and dwelt at peace with it.» [14, p. 81-82]; («В лѣтѣ .ъ. уѣ .нѣ. – [6455 (947)] Иде Вольга Новгороду. и оустави по Мьсть повосты и дани. и по Лузь вброки и дани [и] <sup>ж</sup> ловища. ся суть по всеи земли . знамянья и мьста и повосты [правильно в Ипатьевской летописи – погосты – Ю.Д.]. и сани ес стоятъ въ Плесковѣ и до сего днѣ. и по Днѣпру перевѣсища и по Деснѣ. и естъ село ес Сѣльжичи и доселе. и изрядив<sup>м</sup> и възратисѣ къ снѣ свосму Киеву. и пребываше съ нимъ въ любви.».) [4, col. 60].*

Cited events are usually explained as the reforms of Kievan Princess in Novgorod, after which she returned to Kiev, visiting Pskov on her way home. However, the well-known Russian researchers of the chronicle text emphasized that the story that is closely tied with the events of the Drevlyanian war is likely a literary fiction that emerged among the local scribes who tried to correlate the activity of Kievan Princess with historical and geographical realities of Novgorod. Archimandrite Leonid (Cavelin) [1, c. 218], Alexei Shakhmatov [9, p. 84-86; 10, p. 84-88] and Dmitriy Likhachev [7, p. 305–306] suggested that the considered passage is a later insertion of a chronicler, who believed that Olga visited a part of Novgorod land, called «Derevskaya land», «Dereva», and later – «Derevskaya Piatina».

Besides this, the chronicle indication of Olga's campaign «*to Novgorod*» doesn't relate to Novgorod the Great because of the fact that in the middle of the tenth century such urban settlement did not exist. As the results of a long archaeological research show, there were a few scattered settlements on its area at that time. Actually the fortresses, which could be called a «city», appeared only on the initiative of Yaroslav Mudry in the middle of the eleventh century [11, p. 41-42; 12, p. 71].

In addition to it, according to the chronicles, all Novgorod officials until the time of Prince Yaroslav, were regularly giving to Kyiv the same two thousand hryvnyas of tribute. Besides, since Oleg's reign and till Yaroslav's reign Novgorod citizens also paid 300 hryvnyas. Long-term stability of the tributary relations between Kiev and Novgorod since Oleg reign to the time of Yaroslav obviously contradicts the message of the 947 chronicle about the trip of Princess Olga to Novgorod, aiming to establish taxes and tributes. This fact is an argument in favor of the textologists' assumption about its artificial link to Novgorod land.

Neither in the middle of the tenth century, nor later had Kievan Administration a real means to intervene actively in the economic development of future Novgorod land. The slightest possibility of such Kiev's intervention is denied by the whole course of the contractual relationship of the elite of the north-western tribes with their invited prince. In addition, the assumption of the possible annexation of these areas to be controlled by Kiev contradicts with the topography of the findings of ancient coins, on the basis of the analysis in which Vladimir Yanin proved that in IX, X, and in the XI century there were two economically enclosed area with their own special money turnover in Eastern Europe: north-west (Novgorod) and southern (Kiev) [13, p. 160-193].

We arrived to the conclusion, that both textual analysis and comparative studying of the political and economic development of the north-western and southern Rus' lands completely deny the possibility of Princess' Olga campaign to Novgorod. Therefore a reasonable question arises: What territory did Kievan administration choose to introduce a number of reforms, backed up by urban reforms of the pogosts foundation?

In this context we draw our attention to the comment of Andrei Nikitin, who emphasized the fact, that «*the expression 'after msta' (ie. – «after avenge») was interpreted as an indication of the river Msta <...>».* [5, p. 39, 221].

This observation links even closer the further actions of Princess Olga with her western neighbor – Drevlyanian Land. The fact also opens unexpected perspectives for understanding the geographical direction of Kievan Administration reforms after the Drevlyanian war. In our opinion, the relevant initiatives of Olga were oriented westward from Kiev. The Chronicles call this territory (as cited) «*on The Luga*». It mentions the Luga that is the right tributary of the Western Bug – the Volynian Luga. This fact shows that the next year after the Drevlyanian war (literally – after revenge/«after msta») Kiev incorporated Volynian lands reaching the Luga and the Western Bug.

Such an interpretation of the events described in the 947 Chronicle eliminates a number of fundamental contradictions. Moreover, it proves that some credible textual critics were right,

considering these events to be artificially associated with Novgorod land. But the newly united with Kievan State Volynian land obviously needed the same administrative and financial measures as those taken by Princess Olga a year before in postwar Drevlyanian Land. After having reached the Bug River territory the following year after the Drevlyanian revenge («after msta»), Princess started forming the churchyards on the territory of the Volynian Luga (fig.).

It is notable that the trading routes on the Novgorod rivers the Msta and the Luga (traditionally acknowledged as the ones Princess Olga has taken) are the part of Vogla-Baltic aqueous system and their hypothetical positioning didn't appear useful to Kyiv. However establishing the borders of Rus' on the Western Bug (with the important right inflow of the Lug) Kievan administration has taken the control over the strategically important and safe (considering the actual threat from Pechenigs) trading route, that bound Kiev with the outlet markets for Rus' products on Bavarian part of the Danube through the densely forested areas of Drevlyanian and Volynian lands. The control over the Volynian part of this international route, that reached out to the Luga and the Western Bug in the area of the future Vladimir and Ustiluga, and gave Kyiv another huge advantages such as is the direct (without the Novgorod or Polotsk help) access to Baltic through the Bug and the Vistula. In that way, without any exaggeration Ustilug has become the Kyiv Baltic port. Corroborated by the massive findings of the XI-XII cen. trade seals in Drohychyn, the researchers have reached the conclusion of the customs post established in that place. In that point the transit goods were over freighted and resealed. The comparative analysis of such lead seals on the territory of Eastern Europe astonishes with a disproportion in favor of Drohychyn. Out of the overall amount of 15000 seals the 12000 (80 %) are found in Drohychyn and its surroundings. The amount of northern Rus' was only 2500 (17 %) seals, out of which 1000 are found in Novgorod, Gorodets and Volga region. The remaining 3 % cover the other lands.

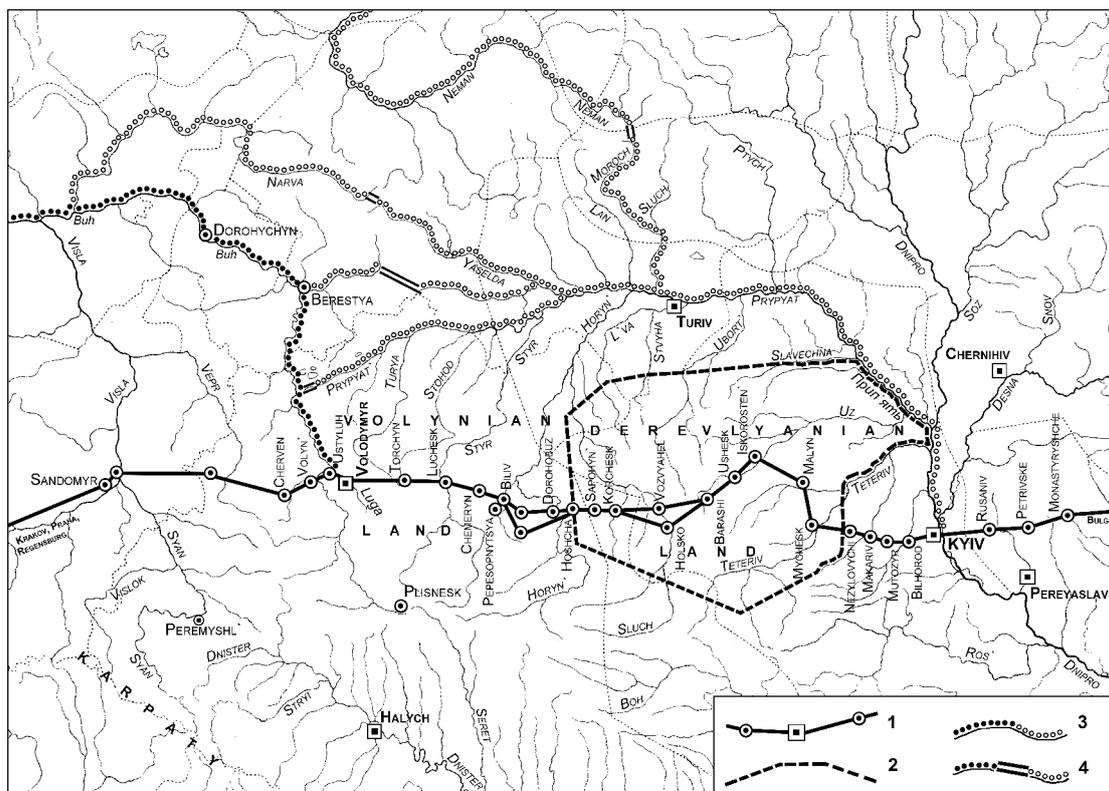


Fig. Drevlyanian and Volynian lands in the system of land and water trade routes of the 10-th century:  
1. – Overland Bulgar-Kyiv-Regensburg route; 2. – Boundaries of tribal Drevlyanian territory;  
3. – Waterways (the dotted line shows the route up/down the Bug); 4. – Dies on the waterways

A final mention about the sledges which Olga left in Pskov as though they were stored there as relic, doesn't have connection with historical realities and is an arbitrary interpretation

of the primary chronicle editorial text about ritual sledges, which were left at the foot of Prince Igor burial mound. The reason for such an interpretation of the chronicle text was the news from the «Pilgrim's Book» by Anthony of Novgorod, a Russian archbishop, who described: «*the dish is a great gold of Olga*» and «*silver cart of Konstantin and Elena*», which was kept in the treasury of Constantinople Sofia [2, p. 9-28].

**Conclusions.** The chronicles description about the events of the year 947 shows the annexation of Volynian land to ancient Kievan state and the establishment of a new system of administrative units on the right bank of the Western Bug (in the basin of its right tributary – the Lug river) named «pogosts». These events allowed Kyiv to take the control of an important geographical site in which the trade routes were crossed. They connected Rus' with the Danube and Baltic markets.

At last quarter of the 10-th century Prince Volodymyr Sviatoslavovych adopted a number of measures for additional control of Kyiv over the important border area in the Western Bug. If Princess Olga had adopted authority of Kyiv on the right bank of the Bug, the Meadow, so in the year 981, her grandson was strengthened by its left bank, as the chronicle reported: «6489 (981). Vladimir marched upon the Lyakhs and took their cities: Peremyshl', Cherven, and other towns, all of which are subject to Rus' even to this day». [14, p. 95] («В лѣтѣ. 83 у. нѣ. [6489 (981)] Иде [Володимеръ] к Ляхомъ и зая грады и. Перемышль Червень. и ины грады. еже суть и до сего днѣ подъ Русью») [4, col. 81].

Having moved the boundary to the west of the Bug, Prince Volodymyr not only strengthened the control over the Baltic route, but also extended the power of Kiev on the next leg of overland trade route, which took place on the territory of Chervensk castles and continue through Krakow and Prague in Regensburg. Among urban undertakings of Vladimir Svjatoslavovich should be mentioned the institution of a namesake city of Volodymyr in the year 992 in the Volynian Luga.

### References

1. Archimandrite Leonid (Cavelin). Whence it come was St. Russian Grand Princess Olga? // Russian antiquity. – SPb, 1888, Vol. 59. – P. 215-224.
2. Dyba Y. «While her sleighs stand in Pskov to this day»: The first example of «musefication» or literary hoax? // Princely era: history and culture / I. Krypyakevych Institute of Ukrainian Studies, NAS of the Ukraine; Ed. V. Aleksandrovykh. – Lviv, 2011, Issue. 5. – P. 9-28.
3. The Beauty of Tales // Ancient Rus in the light of foreign sources: Chrestomathy / Ed. T.N. Jackson and others. – M.: Russian Foundation for Education and Science, 2009, Vol. 3: Eastern sources. – P. 57-59.
4. Lavrentyevskaya Chronicle // Complete Collection of Russian Chronicles. – L: Historical and Archaeographical Commission of the Academy of Sciences of the USSR, 1926, Vol. 1, Issue 1: The Tale of Bygone Years. – VIII p., 579 col.
5. Nikitin A.L. Grounds Russian history. – M.: «Agraf», 2001. – 766 p.
6. Novoselcev A.M. Formation of the Old Russian state and its first ruler // The most ancient states of Eastern Europe. 1988. – M.: Publishing firm «Vostochnaya literatura» Russian Academy of Sciences, 2000. – P. 454-477.
7. The Tale of Bygone Years / Ed. V.P. Adrianova-Peretz. – M.; L.: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1950, Part. II: Annexes / Articles and commentaries D.S. Likhachev. – 558 p.
8. Ustiug and Vologda chronicles XVI-XVIII centuries // Complete Collection of Russian Chronicles. – L: Leningrad branch of the publishing house «Nauka», 1982, Vol. 37. – 228 p.
9. Shakhmatov A. Researches about Russian chronicles. – M.: «Akademicheskii proekt»; Zhukovskiy: «Kuchkovo pole», 2001. – 880 p.
10. Shakhmatov A. To the question about the northern traditions about Princess Olga // Notes of the Ukrainian Scientific Society in Kiev. – K.: Printing the First Kiev printing unions, 1908, Book. II. – P. 84-94.
11. Janin V., Aleshkovskiy M. The origin of Novgorod (to the problem) // History of the USSR, 1971, № 2. – P. 32-61.

12. Janin V. Medieval Novgorod. Sketches of Archaeology and History. – М.: «Наука», 2004. – 416 p.
13. Janin V.L. Monetary and weighing systems pre-Mongol Russia and essays on the history of the monetary system of the Medieval Novgorod. – М.: Yazyki slavyanskikh kultur, 2009. – 415 c.
14. The Russian Primary Chronicle: Laurentian Text / The Mediaeval Academy of America; Translated and edited by Samuel Hazzard Cross and Olgerd P. Sherbowitz-Wetzor. – Cambridge, MA: Printed at Crimson Printing Company, 1953. – 313 p.

**Дыба Ю.Р.** – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: yurij\_dyba@ukr.net

**Национальный университет «Львовская политехника»**

Адрес организации: 79013, Украина, г. Львов, ул. С. Бандэры, д. 12

### **Летописное известие 947 г. о реформах княгини Ольги и основании погостов**

#### **Резюме**

Статья посвящена исследованию фрагмента летописной статьи 947 г. о реформаторской деятельности княгини Ольги и основании новых административных центров (погостов) в Новгородской земле «по Мьсть» и «по Лузь».

Известные российские текстологи (Л. Кавелин, А. Шахматов и Д. Лихачев) ставили под сомнение возможность северного похода княгини Ольги и считали анализируемый отрывок летописного текста позднейшей вставкой. По их мнению, новгородский летописец (считая, что Древлянская земля находилась в Новгородских владениях) привязал сообщение о маршруте княгини Ольги к местным географическим ориентирам – рекам Мсте и Луге.

По мнению Ю. Дыбы, реформаторская деятельность киевской княгини была вызвана исключительно теми перспективами, которые открывались перед киевской княгиней после усмирения Древлянской земли, описанного в летописях в виде мести княгини Ольги, буквально за текстом – «по мьсть» (по отмщении). Урбанистические и административные реформы княгини Ольги разворачивались в Древлянской и Волынской землях, через которые пролегал международный торговый путь Булгар-Киев-Регенсбург. Война в Древлянской земле открыла перед киевской администрацией перспективы контроля важного участка этого торгового пути от Киева до правой притоки Западного Буга р. Луги, откуда открывался водный путь в Балтийское море вдоль Буга и Вислы.

Река Луга протекает через район, расположенный на пересечении важных торговых путей. И княгиня Ольга построила погосты именно в Волынской земле, вдоль реки Луга. Административно-территориальная реформа была одной из частей государственных реформ Киевской администрации по совершенствованию управления на новых покоренных территориях.

**Ключевые слова:** летописи, Русь, княгиня Ольга, урбанистическая реформа, административная реформа, Новгородская земля, Древлянская земля, Волынская земля, погосты (административные центры), международные торговые пути.

УДК 72.781; 94.47

**Назарова И.В.** – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: [Nazarova7772@rambler.ru](mailto:Nazarova7772@rambler.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Морфологические особенности формирования оборонительно-крепостных комплексов Волго-Камья середины XVI-XVII вв.**

#### **Аннотация**

Публикация раскрывает морфологические особенности крепостных комплексов Волго-Камья русского периода на основе изучения и анализа историко-археологических и архивных источников.

Анализ генезиса укрепленных городов Волго-Камья XVI-XVII веков обусловил обращение к болгарскому-домонгольскому, золотоордынскому и татарско-ханскому периодам, т.е. в хронологических рамках с X до середины XVI вв.

Выявлена морфологическая принадлежность Волго-Камских городов русского периода к эпохам прежних государств Волжско-Камской Булгарии, Булгарского улуса Золотой Орды и Казанского ханства.

**Ключевые слова:** крепость, город, кремль, Волго-Камье, засечная черта.

Крепостные сооружения Волго-Камья русского периода относятся к особой группе оборонительных построек, так как большинство из них строились на местах болгаро-татарских крепостей и поселений. До середины XVI столетия территория Казанского ханства охватывала бассейн Волги от реки Суры впредь до Самарской Луки, среднюю и нижнюю зоны бассейна Камы и Вятки. Этим обусловлен выбор территориальных границ исследования. Хронологические рамки с середины XVI до конца XVII вв. являются наиболее показательными в становлении и развитии крепостной архитектуры Волго-Камского региона русского периода.

Предлагаемая статья имеет своей целью раскрыть морфологические особенности крепостных комплексов Волго-Камья середины XVI-XVII веков, в частности системы укрепленных городов рассматриваемого региона. Поставленная цель обусловила подробное изучение и анализ наиболее ключевых историко-археологических и архивных источников в пределах заявленного вопроса. Выяснение архитектурно-градостроительного генезиса Волго-Камских крепостных комплексов определило обращение к болгарскому-домонгольскому, золотоордынскому и татарско-ханскому периодам, т.е. в хронологических рамках с X до середины XVI вв.

Итак, система укрепленных городов Русского государства на колонизируемых землях Волго-Камья представляла собой чередующиеся земляные укрепления, лесные засеки и крепости. Такие засечные черты (линии) являлись непосредственным продолжением общей оборонительной системы Русского государства. Помимо укрепленных городов в структуре оборонительных линий, в предместьях засечных черт также располагались сторожевые крепости. Вместе с тем, укрепленные сторожевые городки находились на близких и отдаленных подступах к Казанскому кремлю – экономическому и политическому центру Волго-Камского региона.

Тем временем, одной из самых первых оборонительных линий края была Карлинская черта, возведённая в 60-80-х годах XVI столетия на территории бывшего Казанского ханства для защиты от нашествия ногайцев, калмыков и крымских татар. Засечная черта с двойными и тройными валами и рвами начиналась от Тетюш, шла по южному берегу реки Карлы на Алатырь, далее на Арзамас и Темников [1]. На дороге, проходившей через Карлинский вал из Казани в Симбирск (у современной деревни Мещеряки), в XVI-XVII вв. размещались две башни. Одна из них была проездной с воротами, другая – глухой, носившая впоследствии название «Башня князя Аклычёва» [2, с. 38]. В целом, Карлинская линия имела пять ворот, через которые пропускались послы и обозы с товарами, а в случае нападения военных

отрядов ногайцев и крымцев они закрывались и защищались военными гарнизонами. Западнее от Тетюш, в период построения черты, возникли крепость Буинск и острог Киртели. Поблизости образовались первые слободы русских переселенцев вдоль Карлинской черты. Казачьи «государевы слободы» в Буинском крае продолжали возникать до первой трети XVII в. Среди казаков Карлинской слободы на реке Карле были нижегородцы, свияжцы, казанцы, теньковцы, тетюшане, арзамасцы, владимирцы, суздальцы, темниковцы, хлыновцы, смоляне, новгородцы, москвитяне, астраханцы, муромцы и латыши [2, с. 40-63].

Важно отметить, что, по мнению историков, система валов Карлинской черты относилась к более раннему, чем период завоевания Казанского ханства, времени. По одной из версий, черта ограждала территорию болгарского князя, по другой – ногайского [3]. Т.Г. Масленицкий в «Топографическом описании Симбирского наместничества», написанном между 1782-1785 гг., в доказательство древности Карлинского вала отмечал: «Ибо же в российских летописцах, чтоб он сделан был по взятии Казани, кем именно и на какой случай, того при описании прочих достопамятных вещей, об нём не упоминается. Об сих земляных укреплениях жители... объявляют, что построены они прежде взятия Казани по причине отделённого от Золотой Орды одного владельца, который в сих местах особое свое от казанских царей имел владение... на полях имеются немалые бугры земли, ногайскими могилами называемыми... вся сия сторона, от сих народов получала наименование, Ногайскою прозывается и поныне...» [4]. Почти через сто лет после Т.Г. Масленицкого об этих курганах упоминал симбирский губернатор в 1866 г.: «от Буинска на запад идёт вал, служивший вероятно пограничной или сторожевой чертой... он отличается группами курганов... все они находятся на северной стороне вала». В 60-80 гг. XVI в. отдельные части вала были укреплены русскими переселенцами и слились в единую Карлинскую черту от Тетюш до Арзамаса и Темникова [2, с. 39-41]. Известно, что в XV – первой половине XVI вв. земли на правом берегу Волги, в частности в Буинском крае, были территорией летних кочевков ногайских племён. Так, до середины XVI в., в районе южнее Тетюш по реке Имелке располагались селища и поляны, называвшиеся ногайскими станами, т.е. ногайскими кочевьями.

Впоследствии укрепленные линии всё больше отводились на юг и юго-восток [2, с. 38]. Оборонительные черты обеспечивали более эффективную защиту, нежели традиционные сторожевые полки. Результатом было возникновение на территории Волго-Камья в середине и во второй половине XVII века Симбирской, Старой Закамской и Сызранской линий для защиты от кочующих калмыков, ногайцев, башкир и каракалпаков [5]. Возведение засечных линий означало передвижение к югу фактических границ Московского государства и решительное присоединение Волго-Камского региона в его общую оборонительную структуру [6].

В 1648-1654 гг. возводится Симбирская засека, проходившая от Симбирска на Тагай, Корсун и Сурск. В местах пропуска населения через Симбирскую линию у крупных дорог строились дополнительные деревянные и земляные небольшие форты (крепости) с башнями [7]. Засечная черта включала в себя систему оборонительных сооружений, состоящих из лесных засек – завалов, восполняющих естественные природные препятствия, частокола, земляных валов, рвов, а также городов и острогов. Об этом свидетельствуют сохранившиеся документы XVII в. о возведении засечных черт и городов Русского государства. Так, в разрядных документах 1681 г. говорится: «Государь... указал... земляной вал устроить по размеру в подошве в ширину 3 сажень, в высоту 2 сажень с четвертью и 2 сажень в своде, и подле вала с полевую сторону выкопать рвы в глубину 2 и полторы сажени, в ширину 2 сажень, на дне в своде полусажени... И потому указу... сделан земляной вал, а подле вала капаны рвы, а подле рек на бродах и на перелазах ставлены надолбы, а по лесам лесные засеки, а в реках, на бродах, биты частики и сваи и рогатки и всякие крепости... во многих местах поставлены караульные башни и стоялые острожки...» [8].

Наряду с этим, в так называемой «строельной» книге Симбирска XVII в. описывается возведение «тарасных» валов, включающих в свою внутреннюю структуру деревянные конструкции. Для того чтобы во рву и на валу земля не осыпалась, её укрепляли плетнем и дёрном. Укрепления в виде частокола перевязывались поперечными дубовыми связями [9]. В «строельной» книге имеется указание на существование во

время построения Симбирска старинного татарского городища на северной окраине города у берега Волги, построенного болгарским князем Симбиром. От городища шёл вал к речке Симбирке, протекающей в середине города. Следы этих укреплений были заметны ещё в конце XIX в. Ко всему прочему, название крепости Симбирск не было новым во времена его построения (1648 г.) [10]. Строельная книга содержит данные и о тех, кто заселял эти места. Здесь содержатся списки пушкарей, воротников и других служилых людей при воеводе Петре Андрееве [11].

Практически одновременно с Симбирской чертой, Русским государством с 1652-1656 гг. сооружается Закамская укрепленная линия. Линия начиналась от крепости Белый Яр, заложенной на левом берегу Волги в 60 верстах ниже Симбирска. Далее шла к крепостям Ерыклинск, Тиинск, Билярск, Новошешминск, Кичуев, Заинск и заканчивалась Мензелинском. Так же, как и Симбирская черта, Закамская засека состояла из крепостей и сторожевых башен, лесных засек, многорядных рвов и валов, а также деревянных надолб в три и семь рядов [12, с. 15].

В 1651 г. русским служилым Степану Змееву и Григорию Львову было поручено произвести обследование Закамских земель и составить план будущей засечной черты. В качестве проводников к ним были прикомандированы несколько служилых татар, имевших в Закамье вотчинные угодья. В результате составили «ропись и чертёж Закамской засечной земле», по которой предполагалось выстроить «города и жилые и стоялые остроги и всякие засечные и земляные и деревянные крепости от р. Волги до Ику реки и по Ику вниз до Камы реки». Сделанные планы рассмотрели в Москве и вернули казанскому воеводе Н. Н. Одоевскому для сооружения всей черты по данным «рописи и чертежу». На строительство линии русское правительство мобилизовало крестьянское население Казанского края, преимущественно татар, а также чувашей, марийцев, мордву и др. [13]. По мере строительства, Закамская линия заселялась военными гарнизонами, состоящими преимущественно из русских служилых людей. Военно-служилые переселенцы из различных городов Поволжья вместе с семьями размещались в самих крепостях, либо около них, образуя слободы. В числе служилых людей засечной черты были и местные поволжские народы (преимущественно татары и чуваша, а также мордва, марийцы, вотяки), проживавшие в особых слободах близ городов-крепостей [14, с. 12-67].

Территория слобод близ Закамской черты, как и местоположение самой черты, относится к морфологическим зонам Булгарии домонгольского и золотоордынского периодов (начало X – первая треть XIII вв. и XIII – первая треть XV вв.). Здесь располагались болгарские укрепленные городища (Елховское, Новошешминское, Сосновское, Тубулгатауское, Балынгузское, два Горкинских, два Николаев – Баранских, Екатерининскослободинских, «Святой ключ» и др.), святыни ислама (мечети, могильники праведников) и множество поселений. В частности, Горкинское городище болгарского домонгольского периода археологически отмечено значительным сооружением (площадь 2125000 м<sup>2</sup>) после домонгольского Биляра. Столичный город Волжской Булгарии – Биляр X-XIII вв. размещался в левобережье р. Малый Черемшан. Городище делится на вписанные друг в друга четыре части: цитадель, внутренний город, внешний город и посад, общей площадью 800 га. Внутренний город облечен двойной линией валовых укреплений, внешний – тремя линиями валов и рвов. Цитадель укреплялась деревянной стеной, другие части городища были обнесены деревянным частоколом. Укрепления Билярского городища вошли в систему оборонительной Закамской черты русского периода. Здесь был сооружён русский стрелецкий острог под названием пригород Билярск [15, с. 10, 47-49, 76-81].

За северо-восточным валом Балынгузского городища видимы следы белокаменных фундаментов мавзолеев – дюрбе. Исторические данные гласят о захоронении знатных болгар на этом месте в периоды Золотой Орды и Казанского ханства. В свою очередь, в 2,8 км северо-западнее от Билярска находилось городище «Святой ключ». По мнению С.М. Шпилевского и П.Н. Старостина, здесь располагалась дозорная крепость домонгольского Биляра [15, с. 10, 76-81; 16, с. 74-81].

Равным образом, в данной области находились три засечные линии домонгольской Булгарии. В 3 км к северо-западу от Новошешминской крепости, археологически

выявлен земляной вал с двусторонним рвом, протянувшийся на 7861 м (Елховский вал – по современному названию ближайшего населённого пункта). Западнее Новошешминска протянулся на 8077 м Новошешминский вал. В дальнейшем вал использовался Русским государством для создания Старозакамской системы обороны. Наряду с ним, в 20 км юго-восточнее от Новошешминска, в районе села Карамышево, проходит Карамышевский вал на 8780 м. К каждому валу частично примыкают близлежащие городища. Примечательно, что внешняя линия валовых укреплений Екатерининскослободинского городища впоследствии применилась при строительстве Старозакамской оборонительной линии [16, с. 74-81].

В 1851 г. капитан Генерального штаба М.И. Иванин осмотрел и описал зону Старой Закамской линии от Слободы Екатерининской (в 10 км юго-западнее от Новошешминской крепости) до реки Ик близ села Троицкого (или Матвеевки). На этом пространстве, пишет экспедитор, найдено множество разных земляных укреплений, из них одни составляют нашу Старую Закамскую линию, а другие, по всей вероятности, принадлежат к эпохе гораздо отдалённой. Если на земляных укреплениях Старой Закамской линии, которая существует около 200 лет (с 1652 г.), не видно большого разрушения от времени и существенной разницы между объёмом рвов и валов, то на более древних укреплениях можно видеть потерю их крутости и почти засыпанные рвы. Из многих древнейших укреплений, продолжает М.И. Иванин, наиболее значительные следующие: Земляной вал между д. Нижней Каменкой и д. Ивашкиной; Вал между лесом слободы Екатерининской и Новошешминским фельдшанцем (крепостью); у Екатерининской слободы на левом берегу р. Секенса; Валовые укрепления в 5 верстах ниже Новошешминска между лесом и левым берегом Шешмы, а также на правой стороне р. Шешмы; Ниже д. Романовской, близ большой Казанской дороги, 2 вала, переходящие долину р. Кичуя; Земляные укрепления в Билярске. Засечные укрепления включали в себя от 3 до 6 рядов валов и ещё более рвов [17].

В целом, в бассейне реки Черемшан, в области и предместьях Старой Закамской линии, археологически установлены 27 болгаро-татарских укрепённых городищ и 340 неукреплённых поселений. В бассейне р. Шешмы отмечены 8 городищ и 47 селищ, а также 53 селища в бассейне р. Камы. Показательно, что ряд поселений, особенно в районе Бальнгузского городища, продолжают существовать и в русский период [15, с. 10].

Следующим этапом в укреплении юго-восточных областей Московского государства было строительство Сызранской черты с 1663-1683 гг. для защиты от ногайских и крымских набегов. Линия начиналась от Усолья, шла к слободе Печёрской на Самарской Луке, проходила через Сызрань по реке Сызранке до реки Луевки, впадающей в реку Суру, и подходила к городу Пензе [12, с. 16]. Следует заметить, что территория от Самарской Луки до Пензенской области археологически определена как часть Волжской Булгарии. Здесь располагались крупные и средние городища, как военные крепости, а также небольшие укрепённые замки, датируемые XI-XIII вв. Например, Муромское городище на Самарской Луке относят к категории обширных городов, т.к. его укрепённая площадь составляла более 100 га [18].

Говоря о морфологии крепостей, нужно отметить генезис Казанского кремля. На базе стратиграфических данных определено существование болгарских укреплений домонгольского, золотоордынского и казанского (дороссийского) периодов в северной возвышенной части кремля. Здесь располагалась цитадель периода Казанского ханства. Исследованный генезис ограда цитадели установил существование на этом же месте болгарских укреплений домонгольского и золотоордынского этапов развития [19]. Основы планировочной структуры Казанского кремля, доставшиеся в наследство Русскому государству от средневековой столицы, не претерпели существенных изменений до начала XVIII в. Укрепённый ханский дворец был занят под арсенал, а новая администрация водворилась в палатах «государева двора». Торговая зона, в связи с расширением крепости во второй половине XVI в., переместилась к югу и расположилась перед Спасскими воротами в лавках Гостиного двора, где во времена Казанского ханства размещалось «торговище» – караван-сарай [20]. Казань сохраняла издревле сложившиеся архитектурно-планировочные элементы: кремль, посад и слободы [21, с. 38].

Вместе с тем, на близких и отдаленных подступах к Казани, на основе болгаро-татарских укрепленных городов создаются русские крепости Свияжск (1551), Арск (1552), Чебоксары (1555), Тетюши (1558), Лаишев (1557) и другие [14, с. 10; 15, с. 49]. Свияжский бассейн входил в состав территории Булгарии и в последующем Казанского ханства. Вдоль р. Свияги в IX-XIV вв. располагались болгарские городища [21, с. 40-41]. В области бассейна реки Казанки располагался древний Арск, возникший как пограничный город-крепость болгар в начале XIII столетия. Арский форпост являлся центром Арской «даруги» (области), местом резиденции арских князей и значительным поселением. По летописным данным, в этой «даруге» проживали татары, удмурты и марийцы [22; 23]. Укрепленная цитадель форпоста периода Казанского ханства имела площадь около 2,50 га. [24]. В 1508 г. на Арском поле во время праздника было установлено около тысячи «царевых шатров» [25]. Ныне остатки средневекового Арского поселения – крепости располагаются в редоточии райцентра Арск.

Наряду с этим, о Чебоксарах летописи упоминают в 1371 г. во время путешествия князя Дмитрия Иоанновича в орду к Мамаю: «ночевали на Чебоксаре, а отъ Чебоксара шли день и ночь и пришли подъ Казань на ранней заре». Далее источники упоминают о Чебоксарах в 1557 г., когда на месте прежней крепости была возведена новая русская крепость и заселена стрельцами [26, с. 44]. Есть некоторые свидетельства о компенсации местным народам, когда города сооружались на принадлежащей им земле, например: «...А дана та земля в то место, что на их земле поставили новый Ядрин город» [27]. Равным образом, Лаишевская крепость была построена в окрестностях древней Ташкирмени (Ханкирмени) (дословно каменной крепости). Ташкирмень является древним болгаро-татарским поселением Лаишевского района, возникшим в болгарский домонгольский период. В писцовой книге Казанского уезда начала XVII в. жители села отмечены в качестве «новокрещенов» [28]. Тем временем, Сенгилейская крепость 60-х гг. XVII столетия, соединяющая Симбирскую и Старую Закамскую черту, основана вблизи старого городища. По сказанию, городище представлено жилищем татарского князя Кудеяра. Со стороны Волги, между речками Сенгилейкой и Тушонкой, городище имело ограждение из двух валов и рвов длиной около 16 км. В 6 верстах от Сенгиля находилось поселение «Городки», представляющее остатки древнего жилья и укреплений. Г. Масленицкий в 80-е годы XVIII в. писал в топографическом описании Симбирского наместничества об этом городище: «знаки старинных крепостных строений и деревянная дубовая башня видны ещё и поныне в 6 верстах от Сенгиля на возвышенном месте...». По преданию, на этом месте имелись подземные ходы, а князя данного города звали Кудеяром [29].

Статистические данные по городам и селениям Казанской губернии конца XIX в. ведают о расположении болгарского города Темтюзи с высоким столбом (вероятно, башней) на месте Тетюшской крепости русского периода (1558 г.) [26, с. 197]. Согласно археологическим данным, на территории Тетюш располагались два городища с выявленными культурными слоями именьковского и болгарского периодов [30].

Касимов, уже со второй половины XV в., являлся городом служилых татарских царей, переходивших на русскую службу. Городец Мещерский (1152), ставший Касимовым в 1450-1456 гг., Василий II передал в удел Касим-хану для обороны московских рубежей [14, с. 8]. Здесь был образован Мещерский юрт или другими словами Касимовское ханство. Глава мусульманского духовенства – сеид возглавлял в Касимовском ханстве особое воинское подразделение «Сеитов полк». В Касимове (Ханкирмене) имелась мечеть из белого камня (1467 г.) и укрепленный ханский дворец. В XVII в. сохранялись руины высокой многоярусной сторожевой башни, а минарет мечети существует и поныне [31].

Таким образом, анализ генезиса крепостных комплексов Волго-Камья русского периода позволил выявить их морфологическую принадлежность к болгарско-домонгольской, золотоордынской и татарско-ханской эпохам. Московское государство активно использовало региональную систему размещения болгаро-татарских оборонительных объектов – засечных черт и крепостей, поскольку вопросы обороны данных территорий были ранее отработаны в рамках прежних государств Волжско-Камской Булгарии, Булгарского улуса Золотой Орды и Казанского ханства.

## Список литературы

1. Ахмадуллин Ш.А. Буинск: Страницы истории. – Казань: Татарское книжное издательство, 1991. – С. 7.
2. Ахметзянов И. Буинские просторы. – Казань: Татарское книжное издательство, 2000. – 447 с.
3. Поливанов В.Н. Археологическая карта Симбирской губернии. – Симбирск: Типолитография А.Т. Токарева, 1900. – С. 40.
4. Государственный архив Ульяновской области. (ГАУО) Ф. 69, оп. 1, д. 12, л. 225.
5. Перетяткович Г.И. Поволжье в XV-XVI веках // Симбирский сборник. – Симбирск: Издательство Симбирская губерния, 1868. – С. 3-9.
6. Назарова И.В. Архитектурно-пространственная организация оборонительно-крепостных комплексов Волго-Камья середины XVI-XVII вв. Диссертация на соискание учёной степени кандидата архитектуры. – Казань: КГАСУ, 2009. – С. 41.
7. Беляев И.Д. О сторожевой и станичной службе. – М.: Унив. типография, 1846. – С. 10-15.
8. Голомбиевский А. Выписка в Разряд о построении новых городов и черты (7189-1681 г.) // Известия Тамбовской учёной архивной комиссии. Т. XXXIII. – Тамбов: Тамбовская типография, 1892. – С. 49-56.
9. Мартынов П.Л. Книга строельная города Симбирска. – Симбирск: Губернская типография, 1897. – С. VI.
10. Мартынов П.Л. Город Симбирск за 250 лет его существования // Систематический сборник исторических сведений о городе Симбирске. – Симбирск: Типолитография А.Т. Токарева, 1898. – С. 5-8.
11. Гуркин В.А. На берегах Русского Нила. – М., 2005. – С. 43.
12. Синельник А.К. История градостроительства и заселения Самарского края. – Самара: Агни, 2003. – 226 с.
13. Галлямов Р.Ф. Закамская засечная черта и новые русские поселения в Алексеевском крае // Алексеевский район. История и современность. – Казань: Матбугат йорты, 2000. – С. 110-111.
14. Зорин А.Н. Города и посады дореволюционного Поволжья. – Казань: Издательство Казанского университета, 2001. – 704 с.
15. Халиков А.Х., Хузин Ф.Ш. и др. Археологические памятники бассейна р. Черемшан. – Казань: ИЯЛИ им. Ибрагимова КФАН, 1990. – 112 с.
16. Хлебникова Т.А., Казаков Е.П. и др. Археологические памятники Центрального Закамья. – Казань: ИЯЛИ им. Г. Ибрагимова КФАН, 1988. – 97 с.
17. Иванин М.И. Описание Закамских линий // Вестник Императорского русского географического общества на 1851 г. Ч. 1, Кн. 1, СПб. – Санкт-Петербург: Типография ИРГО, 1888. – С. 58, 60, 75, 76.
18. Хузин Ф.Ш. Итоги и перспективы изучения Булгарского домонгольского города // Археология Волжской Булгарии: проблемы, поиски, решения. – Казань: ИЯЛИ им. Ибрагимова КФАН, 1993. – С. 11, 12, 15.
19. Айдаров С.С. Монументальные каменные сооружения и комплексы Волжской Булгарии и Казанского ханства // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора архитектуры. – М., 1990. – С. 20-21.
20. Халитов Н.Х. Памятники архитектуры Казани XVIII-начала XIX веков. – М.: Стройиздат, 1989. – С. 42-43.
21. Айдарова-Волкова Г.Н. Архитектурная культура Среднего Поволжья XVI-XIX веков. – Казань: КГАСА, 1997. – 196 с.
22. Фахрутдинов Р.Г. Археологические памятники Волжско-Камской Булгарии и её территория. – Казань: Татарское книжное издательство, 1975. – С. 48.
23. Низаметдинов К., Халиуллин И. История Арского края. – Казань: Татарское книжное издательство, 1996. – С. 146-150.
24. Бурханов А.А. Некоторые итоги изучения памятников эпохи Казанского ханства // По материалам исследований Закамской историко-археологической экспедиции в

- 1995-1999 гг. URL: <http://www.tataroved.ru> (дата обращения: 14.06.2013).
25. ПСРЛ. Т. 19. – Императорская Археографическая комиссия: Типография Императорской академии наук, 1913. – С. 27-30.
  26. Приволжские города и селения в Казанской губернии // Издание Казанского губернского статистического комитета. – Казань: Типография Губернского Правления, 1892. – 202 с.
  27. Димитриев В.Д. Чувашия в эпоху феодализма. – Чебоксары: Чувашское книжное издательство, 1986. – С. 91, 98, 106.
  28. Низаметдинов К.М., Халиуллин И.Х. История Лаишевского края. – Казань: Ин-т Татар. энцикл., 1997. – С. 137-139.
  29. Красовский В.Э. Столетие города Сенгилея. Краткий исторический очерк. – Симбирск: Типография А. и М. Дмитриевых, 1902. – С. 4-5.
  30. Археологические памятники. URL: <http://tetushi-225let.narod.ru/Архам.htm> (дата обращения: 14.06.2013).
  31. Исаков Д.М. Тюрко-татарские государства XV-XVI вв. – Казань: Татарское книжное издательство, 2009. – С. 16, 64, 97.

**Nazarova I.V.** – candidate of architecture, assistant professor

E-mail: [Nazarova7772@rambler.ru](mailto:Nazarova7772@rambler.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### **Morphological features of formation of Volga-Kama fortresses of the XVI-XVII century**

#### **Resume**

Fortifications of Volga-Kama of the Russian period belong to the special group of defensive constructions, because the most of them were built on the places of the Bulgar-Tatar fortresses. Chronological boundaries from the middle of the XVIth until the end of the XVIIth centuries are the most indicative in formation and development of defensive architecture of Volga-Kama of the Moscow period.

The author analyzes the key historical, archaeological and archival sources within the stated issue.

System of the strengthened cities of the Russian state on the attached lands of Volga-Kama are forest lines and fortresses. Defense lines were direct continuation of the general defensive system of the Russian state. Sentry fortresses were included into the structure of defensive lines and into their suburbs. Similarly, there were fortresses on the close and remote approaches to the Kazan Kremlin.

The morphology of fortresses of Volga-Kama of the XVI-XVII centuries is revealed. The Moscow state actively used regional system of placement of the bulgaro-Tatar defensive objects – zasechny lines, fortified cities and the strengthened settlements. Questions of defense of these territories were earlier fulfilled within the former states by Volga Kama of Bulgaria, the Bulgar ulus of the Golden Horde and the Kazan Khanate.

**Keywords:** fortress city, the Kremlin, Volga- Kamy, abatis line.

#### **References**

1. Achmadullin Sh.A. Buinsk: History pages. – Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatelstvo, 1991. – P. 7.
2. Ahmetzjanov I. Buinsky places. – Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatelstvo, 2000. – 447 p.
3. Polivanov V.N. Archaeological map of the Simbirsk province. – Simbirsk: Tipolitografija A.T. Tokareva, 1900. – P. 40.
4. State archive of the Ulyanovsk region. GAUO f. 69, op. 1, d. 12, l. 225.
5. Peretyatkovich G.I. The Volga region XV-XVI centuries // the Simbirsk collection. – Simbirsk: Izdatelstvo Simbirskaja gubernija, 1868. – P. 3-9.
6. Nazarova I.V. The architectural and spatial organization of the defensive Volga-Kamy complexes XVI-XVII centuries // Dissertation of a scientific degree of the candidate of

- architecture. – Kazan: KGASU, 2009. – P. 41.
7. Belyaev I.D. About a guard service. – M.: Univ. tipografija, 1846. – P. 10-15.
  8. Golombievskij A. Extract in the Category about creation of the new cities and lines (7189-1681 г.) // News of the Tambov scientific archival commission. Т. XXXIII. – Tambov: Tambovskaja tipografija, 1892. – P. 49-56.
  9. Martynov P.L. Construction book of Simbirsk. – Simbirsk: Gubernskaja tipografija, 1897. – P. VI.
  10. Martynov P.L. The city of Simbirsk in 250 years of its existence // Collection of historical data on the city of Simbirsk. – Simbirsk: Tipolitografija A.T. Tokareva, 1898. – P. 5-8.
  11. Gurkin V.A. On Russian Neil coast. – M., 2005. – P. 43.
  12. Sinelnik A.K. History of town planning and settling of the Samara edge. - Samara: Agni, 2003. – 226 p.
  13. Galljamov R.F. Out of Kama defense lines and new Russian settlements in the Alekseevsky region // Alexeyevsky region. History and modernity. – Kazan: Matbugat jorty, 2000. – P. 110-111.
  14. Zorin A.N. Cities of the pre-revolutionary Volga region. – Kazan: Izdatelstvo Kazanskogo universiteta, 2001. – 704 p.
  15. Halikov A.H., Huzin F.Sh. Archaeological monuments of the basin of the river of Cheremshan. – Kazan: IJaLI im. Ibragimova KFAN, 1990. – 112 p.
  16. Hlebnikova T.A., Kazakov E.P. Archaeological monuments of Central Zakamya. – Kazan: IJaLI im. G. Ibragimova KFAN, 1988. – 97 p.
  17. Ivanin M.I. Description of Zakamsky lines // The messenger of Imperial Russian geographical society for 1851. P.1, Book 1, SPb. – Sankt-Peterburg: Tipografija IRGO, 1888. – P. 58, 60, 75, 76.
  18. Huzin F.Sh. Results and prospects of studying of the Bulgar pre mongol city // Archeology of the Volga Bulgaria: problems, searches, decisions. – Kazan: IJaLI im. Ibragimova KFAN, 1993. – P. 11, 12, 15.
  19. Ajdarov S.S. Monumental stone constructions and complexes of the Volga Bulgaria and Kazan khanate // Author's abstracts a scientific degree of the doctor of architecture. – M., 1990. – P. 20-21.
  20. Halitov N.H. Monuments of architecture of Kazan XVIII - the beginning XIX centuries. – M.: Strojizdat, 1989. – P. 42-43.
  21. Ajdarova-Volkova G.N. Architectural culture of Central Volga Area of the XVI-XIX centuries. – Kazan: KGASA, 1997. – 196 p.
  22. Fahrutdinov R.G. Archaeological monuments Volga Kama Bulgaria and its territory. – Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1975. – P. 48.
  23. Nizametdinov K., Haliullin I. History of Arsk region. – Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1996. – P. 146-150.
  24. Burhanov A.A. Some results of studying of monuments of an era of the Kazan Khanate // Materials of out of Kazan historical and archaeological expedition 1995-1999 rr. URL: <http://www.tataroved.ru> (reference date: 14.06.2013).
  25. PSRL. Т. 19. – Imperial Archaeografical commission: Tipografija Imperatorskoj akademii nauk, 1913. – P. 27-30.
  26. The Volga cities and settlements in the Kazan province // Edition of the Kazan provincial statistical committee. – Kazan: Tipografija Gubernskogo Pravlenija, 1892. – 202 p.
  27. Dimitriev V.D. Чувашия в эпоху феодализма. – Cheboksary: Chuvashskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1986. – P. 91, 98, 106.
  28. Nizametdinov K.M., Haliullin I.H. History of Laishevsky region. – Kazan: In-t Tatar. jencikl., 1997. – P. 137-139.
  29. Krasovskij V.Je. Century of the city of Sengiley. Short historical sketch. – Simbirsk: Tipografija A. i M. Dmitrievyh, 1902. – P. 4-5.
  30. Archaeological monuments. URL: <http://tetushi-225let.narod.ru/Arxpam.htm> (referens date: 14.06.2013).
  31. Ishakov D.M. Turko-tatar States of the XV-XVI centuries. – Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 2009. – P. 16, 64, 97.

УДК 72.03

**Халитова Н.Н.** – старший преподаватель

E-mail: na-hal9@rambler.ru

**Казанский государственный университет культуры и искусства**

Адрес организации: 420059, Россия, г. Казань, Оренбургский тракт, д. 3

**Халитов Н.Х.** – доктор архитектуры, профессор

E-mail: n\_halitov@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **К вопросу о происхождении образа двуглавой птицы в татарской архитектурно-художественной резьбе**

#### **Аннотация**

Образ двуглавого орла имеет непосредственное отношение как к тюрко-исламским цивилизациям, так и к татарской художественной и государственной культуре. Такие символы не могли носить случайный характер. В архитектурной резьбе деревянных домов Заказанья мотив двуглавого орла отнюдь не редкость, причем различные формы его в принципе совпадают с изображениями на золотоордынских монетах. Многообразие форм этого сюжета в различных областях татарского декоративного искусства (деревянная резьба, вышивка, ткачество, кожаная мозаика, гравировка по металлу) говорит о неслучайности этого мотива в татарской художественной культуре и связи с какими-то глубинными формами духовной культуры и историческими традициями.

**Ключевые слова:** двуглавый орел, татарская архитектура, деревянная резьба, татарское искусство, исламское искусство, государственная символика, Золотая Орда.

Среди многообразных форм животного мира, представленных в исламском и татарском средневековом изобразительном искусстве, особое место занимают изображения фантастических существ, как правило, представляющих собою комбинации из частей тел различных животных, птиц, рыб и человека. Как правило, они сопровождаются мифическими легендами, в которых они наделяются особыми качествами и могуществом, олицетворяют собой какие-то высшие силы или явления природы. В их числе можно встретить также и многоглавые существа, причем порою головы могут быть заимствованы у разных представителей животного мира. В образах фантастических существ часто заложена определенная смысловая символика, позволяющая трактовать их как некую могущественную силу, олицетворяющую собою некие сверхъестественные возможности, позволяющие покровительствовать целым народам и государствам. Именно такое восприятие и обеспечило некоторым из них поразительную жизнеспособность и долговечность буквально через тысячелетия, когда один и тот же образ эксплуатировался совершенно разными цивилизациями, прихотливыми путями передаваясь по эстафете от народа к народу и впоследствии трактовался в политических целях с намеренным искажением смыслов и истории происхождения. Выявить объективную истину в таких случаях не представляется возможным, не затрагивая чьих-то интересов, и остается лишь констатировать различие позиций по этому вопросу.

Особый интерес для нас представляет образ двуглавого орла, имеющий непосредственное отношение как к тюрко-исламским цивилизациям, так и к татарской художественной и государственной культуре. Такие символы не могли носить случайный характер. Например, как отмечают исследователи, «если двуглавый орёл обычная геральдическая фигура, то подобная «двуглавость» должна наблюдаться и у других птиц. Но среди множества разных гербов (более 100000) можно встретить не более 10-ти с изображением двуглавых петухов, куриц, аистов и т.д.» [1].

Не вдаваясь в предысторию образа, который впервые прослежен в хеттском монументально-декоративном искусстве еще в 13 в. до н.э. (изображения двуглавого орла в Хеттском государстве (13 в. до н.э.), Халдее и Персии, начиная с VII в. до н. э. [1]), (а затем в Египте, Шумере, Ассирии и др.), отметим, что это весьма распространенный как в

исламском искусстве Ближнего и Среднего Востока, так и конкретно в татарском искусстве сюжет. Что особенно интересно, он встречается и у дунайских болгар времен правления Омуртаг Хана (814-831 гг.) в трактовке, очень близкой сельджукской.<sup>1</sup> Широко известны также изображения буддийской двуглавой птицы Гаруды, проникшие в Среднюю Азию из Индии (фрагмент росписи в пещерном храме (Турфан, X-XII вв.) [1]). Из близких нам культур похожие по стилистике (хотя и не двуглавые) изображения известны в искусстве печенегов (7-9 вв.) и европейских гуннов. Кроме того, похожий символ (стилизованный двуглавая птица) встречался в балтийских и финно-угорских культурах Поволжья и в Сибири уже в 3-2 вв. до н.э. [4, с. 89], что прямо наталкивает на мысль о неслучайности его появления и дальнейшего развития в средневековой культуре поволжских татар.

Двуглавый орел получил распространение также и в христианской Европе в 12-13 вв., где после крестовых походов он был принят как символ Священной Римской империи и входивших в нее государств [5, с. 9-10]. С середины 14 века такой орел употреблялся как родовой символ византийских императоров Палеологов [5, с. 10] (но не как герб Византии!) [6, 7]. У русских впервые отмечен на пулах Великого князя тверского Михаила Борисовича (1470) и пулах Новгорода Великого в золотоордынской трактовке и позже (1497) на печати Великого князя московского Ивана III в западноевропейской [7] (или, как чаще утверждается, в византийской) трактовке.

В мусульманском искусстве образ двуглавого орла впервые отмечен в Кордовском халифате (Андалусия) в 11-12 вв. на тканях [8]. Андалусский орел стилизован в духе искусства Древних царств и держит в лапах крупных животных (в одном случае львов или барсов, в другом – ланей, в третьем индюков и т.п.) [8]. Багдадский халифат использовал двуглавого орла на своих монетах с 1157 года (например, дирхем Имад эд-Дина Зенгри, атабека Синджара в Ираке, 1170-1197 [9]; монета аль-Малика ас-Салиха Насир ад-Дин Махмуда, амира Хисн Кайфы, Харрана и Урфы (1232-1239) [8]), мамлюкские султаны Египта аз-Захир Бейбарс и ас-Саид Барака Хан – в 13 веке.<sup>2</sup>

В том же 13 веке он стал одним из символов обширного Сельджукского государства, где его можно видеть в самых разнообразных воплощениях: на монетах [8], каменных рельефах городских ворот Коньи и Диярбакыра (эпоха Алла эд-Дина Кейкубада (1219-1237)), на стенах мечетей, медресе (медресе Якутия в Эрзуруме (1310 г.), Улу джами в Дивриги (1228-29 гг.) и усыпальниц, бытовой и настенной керамике [8], торевики и др. Сельджукские орлы ничего в лапах не держат. Можно также отметить наличие выраженного хохолка на голове, которого у андалусских и европейских орлов нет. Крылья развернуты и опущены вертикально вниз. Клюв приоткрыт или чаще закрыт. Хвост опущен вниз и развернут веером.

Изображения можно разделить по характеру стилизации на три группы:

1. Реалистичные. Выполнялись в технике резьбы по камню (Рельефное изображение с главных ворот Коньи. Эпоха Алла эд-Дина Кейкубада (1219-1237); медресе Якутия в Эрзуруме (1310 г.) и др.). Весьма точно воспроизводят внешний вид орла, точно передавая пропорции, оперение и другие детали внешности.

2. Слабо стилизованные. Выполнялись в технике резьбы по камню (рельефы на некоторых башнях крепости Диярбакыр, Турция), штамповка и литые (монеты), роспись (керамические панели времен Алла эд-Дина Кейкубада. Восточная Турция, 1225 г.). Контур и пропорции орла передаются довольно точно, но проработка деталей отсутствует. Верхняя часть крыльев может быть стилизована под спираль или мотивы растительного орнамента. Хвост стилизуется под упрощенный мотив тюльпана (или напоминающий его). Грудь приобретает очертания щита, иногда декорируется упрощенным орнаментом.

3. Сильно стилизованные. Изображение приобретает вид условно проработанной фигуры орла в уплощенном контуре. Отдельные элементы теряют реалистичность, приобретают характер орнамента.

<sup>1</sup> Neriman Görgünay KIRZIOĞLU, a.g.e., s. 288896 – цит. по [3].

<sup>2</sup> Two-headed eagle. <http://www.hubert-herald.nl/TwoHeadedEagle.htm> (Updated 2011-10-10, © Hubert de Vries 2011-07-17).

4. Орнаментальные. При наибольшей степени стилизации орел может оказаться полностью стилизованным орнаментальным мотивом, узнаваемым лишь как знак или символ в силу многократной повторяемости в контексте художественной культуры. Это, в частности, говорит о широком распространении такого мотива, когда внешняя узнаваемость уже становится необязательной и изображение читается независимо от того, насколько оно близко воспроизводит оригинал.

В 13 веке мы видим распространение этого образа также на Кавказе (в пределах Сельджукского государства: Армения<sup>3</sup>, Сванетия)<sup>4</sup> и в Средней Азии (золототканое изображение) [8].

У татар двуглавый орел известен, прежде всего, по монетам 14 века из Старого и Нового Сараев, чеканенных ханами Узбеком и Джанибеком [11, с. 210-221; 12 – цит. по 13, с. 30] ([14]). Однако есть сведения и о более ранних монетах хана Тохты (1291-1312 гг.) [15 – р. 90. цит. по: 15 – р. 29] и чеканки Ирбиля династии Худагуидов, также с двуглавым орлом [11, с. 29]. Кроме них известна подобная монета хана Тохтамыша конца 14 в. (775 г.х.) из Сарая Аль-Джедид (или Крыма) [16] и анонимный пул из Гюлистана (766 г.х.) [17, 18]. Сохранилось изображение герба генуэзских князей крепости Мангуп в Крыму (13-15 вв.) [19], в точности воспроизводящего один из вариантов сильно стилизованного сельджукского орла, что позволяет отнести его к мусульманским символам золотоордынского Крыма. Все это говорит о неслучайности этого изображения в культуре Золотой Орды и требует какого-то объяснения. Интересны наблюдения и выводы Д.М. Исхакова, проанализировавшего сообщение татарской исторической рукописи «Дефтер-и Чингис-наме» о том, что в числе клановых атрибутов Чингис-хана присутствовала «ике баш кара кош» [20] (двуглавая черная птица), которую он атрибутирует как двуглавого орла [13, с. 29]. Историк пришел к выводу, что приведенные данные «позволяют искать и иные, чем ближневосточные, корни рассматриваемой проблемы» [13, с. 29].

Возможно, к подобным же явлениям следует отнести и пулы 15 века с двуглавыми орлами, чеканенные в Твери [22], Дмитрове [23] и Новгороде [24]. Орлы на этих монетах с татарскими названиями «пул» идентичны золотоордынским («денга», впрочем, тоже татарское слово: «тэнкэ», в переводе – «чешуйка»). На новгородском орле, к тому же, отчетливо виден характерный сельджукский «ошейник».

Подробных изображений золотоордынского двуглавого орла пока, к сожалению, не сохранилось, и поэтому приходится довольствоваться изображениями на монетах. Тем не менее, их вполне достаточно, чтобы утверждать, что золотоордынский двуглавый орел в некоторых из версий является безусловным заимствованием сельджукского образа и вписывается в аналогичную же систему классификации.

Глядя на золотоордынские монеты, рождается ощущение, что за примитивной и условной формой передачи двуглавого орла на них скрывается всего лишь символ, реальный прототип которого был известен каждому (как, к примеру, образ Георгия Победоносца для жителей Московского государства, он и попал на московские монеты, причем в столь же примитивном облике). Подобное изображение украшало, например, ворота городов Диярбакыра и Коньи, столицы Сельджукского государства в 13 веке. Известно также, что на городских воротах Ор Капусы (Перекоп) было изображение совы [25, С. 142]<sup>5</sup>, а на Северных воротах Хан-Сарая в Бахчисарае (15-18 вв.) и до настоящего времени сохранился рельеф в виде двух сплетенных драконов. Оба эти мотива также

<sup>3</sup> Скульптурные изображения двуглавого орла на церкви в селе Дсех, VII век и на южном фасаде притвора церкви в монастыре Бардзракаш, 1259 г. (Лори. Армения). Оба изображения-родовые символы древнего армянского княжеского рода Мамиконян [1].

<sup>4</sup> Орнаментальный двуглавый орёл на тканях Сванетии (XII-XIII вв.) [1].

<sup>5</sup> Наблюдение это было сделано в 17 веке Н.Витсенем, который ошибочно трактовал его как символ мудрости. Однако по описаниям средневековых путешественников, сова являлась священным животным монголов, которые повсюду возили с собой в походах черную сову в клетке, говоря, что она в свое время спасла жизнь Чингис-хану. Вспомним одно из «знамен Казанского кесаря», запечатленное Алярдом, где на желтом фоне мы опять видим ту же самую черную сову: «Другой Татарский флаг, желтой с черной совою, у которой перси желтоваты» [26].

распространены в орнаменте казанских татар, что может говорить об их золотоордынском или даже болгарском происхождении.

К сожалению, никаких фактических примеров применения двуглавого орла в средневековом татарском архитектурном орнаменте пока не имеется, однако следы его присутствия можно проследить на более позднем материале. В архитектурной резьбе деревянных домов Казани мотив двуглавого орла отнюдь не редкость, причем в довольно большом разнообразии форм и интерпретаций. При этом никаких реалистичных изображений, указывавших бы на его связь с государственным гербом России, не встречается, а, напротив, его абстрагированные и любовно аранжируемые формы указывают на связь с народным искусством.

Аналогично, в народном татарском зодчестве Заказанья мотив двуглавой птицы можно считать одним из ведущих среди зооморфных, причем различные формы его в принципе совпадают с изображениями на золотоордынских монетах. Угадывается этот образ и среди многих геральдических орнаментов, труднообъяснимых с точки зрения их архетипа. Можно ли их считать интерпретацией изображений на раритетных монетах (что менее вероятно) или древней местной традицией, вопрос пока остается открытым. Многообразие форм этого сюжета в различных областях татарского декоративного искусства (деревянная резьба, вышивка, ткачество, кожаная мозаика, гравировка по металлу), а также изобретательность в способах стилизации образа говорят о неслучайности этого мотива в татарской художественной культуре и связи с какими-то глубинными формами духовной культуры. Интересно в данном контексте сопоставление с русским народным орнаментом, где мотив двуглавого орла, несмотря на его явную и усиленную пропаганду как символа российской государственности и монархии, особого распространения не получил и число интерпретаций его невелико. Ситуацию можно сравнить с символами Советской власти, которые также воспроизводились в псевдонародных изделиях с презентационными целями и не могут считаться истинно народной традицией. Все это позволяет склониться ко второй версии: средневековом, а возможно, и более раннем происхождении этого мотива. Если вспомнить археологические находки с изображениями двуглавых птиц именно на территории будущего Булгарского государства и сопредельных ему территориях (Средняя Азия, Кавказ), а затем и поволжской части Улуса Джучи, населенной автохтонными племенами, которые активно смешивались с булгарами и татарами, нетрудно предположить, что этот образ был не чужд внутреннему миру жителей Поволжья и Урала и сохранялся в мифологии тюркских кочевников и финно-угров, и поэтому нашел благоприятную почву для возрождения в период Золотой Орды.

Так или иначе, двуглавый орел в татарском архитектурно-декоративном искусстве присутствовал, и композиционное место и значение его в структуре художественного оформления фасадов, хотя и в более позднее время, для нас понятно.

### Список литературы

1. Панасенко С.П. Появление двуглавого орла в России, Византии и Германии. Дополненная версия статьи, опубликованной в журнале «Гербоведъ», 2005, № 84. URL: <http://goldarms.narod.ru/opus1.htm> Emel ESİN. Türk Kültürü El Kitabı SeriII, Cild 1/b Edebiyat Fak.Yayınları.İst.1978. Hilmi Özden. TÜRKLERDE KARTAL VE ÇİFT BAŞLI KARTAL TAMGASI <http://www.eskischirturkocagi.org/inceleme-yazilari/921-turklerde-kartal-ve-cift-basli-kartal-tamgasi.html> (27 Eylül 2011 14:16).
2. Валеев Ф.Х. Татарский народный орнамент. – Казань: Департамент по поддержке малого и среднего предпринимательства, 2002.
3. Вилинбахов Г.В. История Российского герба и флага. – СПб.: Филологический ф-т Санкт-Петербургского Государственного университета, 2004.
4. Двуглавый орел в русской символике. Часть 1. URL: [http://silaev-ag.ru/public/adel\\_1](http://silaev-ag.ru/public/adel_1).
5. Беляков А.А. Еще раз о двуглавом орле. Трактровка символов, предлагаемых в качестве государственных. URL: <file:///D:/Documents%20&%20Study/Niaz's%20>

- Docs/materiallar/Suratlar/simvollar/berketlar/Double-headed%20eagle/gomum/%D0%9E%20%D0%B4%D0%B2%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BC%20%D0%BE%D1%80%D0%BB%D0%B5.htm (04, 2011, 04:23:43 am).
6. Two-headed eagle. URL: <http://www.hubert-herald.nl/TwoHeadedEagle.htm> (Updated 2011-10-10, © Hubert de Vries 2011-07-17).
  7. Clericus, Ludwig A.: Zur Urgeschichte des Doppeladlers. In: Vierteljahrsschrift für Heraldik, Sphragistik und Genealogie. III Jahrgang. – Berlin, 1875.
  8. Türklügün hakimiyet sembolü: çift başlı kartal. URL: <http://www.yenidenergenekon.com/101-turklugun-hakimiyet-sembolu-cift-basli-kartal> (26 Ocak, 2008).
  9. Янина С.А. Джучидские монеты из раскопов и сборов Куйбышевской экспедиции в Болгарах в 1957 г. //МИА, 1960, № 80. – С. 210-221.
  10. Шельди Н.М. Булгаро-татарские монеты 13-15 вв. – Казань, 2002.
  11. Исхаков Д.М. Клановая принадлежность «дома Чингис-хана» (Алтын Урука) и его атрибуты (постановка проблемы). // Археология евразийских степей, в. 2. Средневековая археология евразийских степей. Материалы Учредительного съезда Международного конгресса. Казань, 14-16 февраля, 2007, Том 2. – Казань: Институт истории АН РТ, 2007.
  12. Золотая Орда, двуглавый орел на монетах хана Джанибека (XIV в.). URL: <http://my-gerb.com/cat.html?itemid=392> (www.my-gerb.com ©2009-2011).
  13. Vasary Istvan. Cumans and Tatars. Oriental Military in the Pre-Ottoman Balkans, 1185-1365. Cambridge: Cambridge un.press, 2005.
  14. Нумизматика. Восток дело тонкое. URL: <http://kladoiskateli.com/lofiversion/index.php/t4848.html> (Форум IP.Board © 2001-2012 IPS, Inc.).
  15. Определение и оценка монет Золотой Орды. URL: <http://www.reviewdetector.ru/lofiversion/index.php?t131518.html> (Invision Power Board © 2001-2012 Invision Power Services, Inc.)
  16. Золотоордынские монеты из собрания Археологического музея КГУ. URL: <http://www.ksu.ru/archeol/zolmon.htm> (©1995-2010 Казанский федеральный университет).
  17. Появление двуглавого орла в России, Византии и Германии. Геральдический сайт Сергея Панасенко. URL: <http://goldarms.narod.ru/opus2.htm>.
  18. Дэфтэре Чынгыз-нэма. – Казан, 2000. – 18-21 бб.;
  19. Ivanics M., Usmanov M.A. Das Buch der Dschingis-Legende (Daftari Cingus-nama). – Szeged, 2002. – P. 55-60.
  20. Чей орел на Российском гербе? (Главы из книги «Тысячелетие России: скелеты в шкафу»). URL: <http://www.fraza.ua/analytics/10.06.09/69581.html?page=4>.
  21. Зайцев В.В. Материалы по русской нумизматике XV века. – Киев: Юнона монета, 2004. URL: <http://russianchange.narod.ru/coins/zaytsev/zaytsev.html> (Copyright ©2004, Василий Зайцев).
  22. Поисковый клуб «Авантюрист». Аукцион монет. URL: <http://avanturist.info/forum/viewtopic.php?f=26&t=897> (© 2009 АвантюристЪ).
  23. Крикун Ю.В. Памятники крымскотатарской архитектуры (13-20 столетия). – Симферополь: Таврида, 2001.
  24. История гербов города Казани и городов Казанской губернии. URL: <http://kazadmin.narod.ru/gerbs/gerbs.html>.

**Khalitova N.N.** – senior lecturer

E-mail: [na-hal9@rambler.ru](mailto:na-hal9@rambler.ru)

**Kazan State University of Culture and Art**

The organization address: 420059, Russia, Kazan, Orenburgski trakt, 3

**Khalitov N.Kh.** – doctor of architecture, professor

E-mail: [n\\_halitov@mail.ru](mailto:n_halitov@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### To the question about the origin of the double-headed bird's image in the tatar architectural and artistic carving

#### Resume

Double-headed eagle for the first time tracked in Hittite monumental-decorative art as early as 13 BC and then in Egypt, Sumeria, Assyria and others. This is very common in Islamic art both in the near and Middle East, and specifically in the Tatar art. Double-headed eagle became widespread in Christian Europe in the 12-13 centuries. as a symbol of the Holy Roman Empire. From the middle of the 14 century, this Eagle was used as a generic symbol of Byzantine emperors Paleologus. In Russia it first seen on the coins of Tver (1470) of Novgorod the great in the interpretation of the Golden Horde. In Islamic art image of double-headed eagle was first noted in Andalusia in 11-12 centuries, then to the Baghdad Caliphate and Mamlûk and the Seljuk reigns. In Tatar states a two-headed eagle remains primarily on the 14-th century coins, minted by Uzbek and Džanibek, and others. Such characters could not be accidental. In architectural carving wooden houses of Kazan area, motif of the double-headed eagle is not uncommon, and various forms of it in principle coincide with images of the Golden Horde coins. Numerous forms of this subject in the different areas of the Tatar decorative arts (wood carving, embroidery, weaving, leather mosaic, engraving on metal), talk about the non-randomness of this motif in the Tatar culture and relationship with some profound forms of spiritual culture and historical traditions.

**Keywords:** two-headed eagle, tatar architecture, wooden carvings, tatar art, islamic art, national symbols, the Golden Horde.

#### References

1. Panasenko S.P. The appearance of the double-headed eagle in Russia, Byzantium and Germany. Updated version of the article published in the journal «Gerboved», 2005, № 84. URL: <http://goldarms.narod.ru/opus1.htm>.
2. Emel ESİN. Türk Kültürü El Kitabı SeriIII, Cild 1/b Edebiyat Fak. Yayınları. İst, 1978.
3. Hilmi Özden. TÜRKLERDE KARTAL VE ÇİFT BAŞLI KARTAL TAMGASI. URL: <http://www.eskishirturkocagi.org/inceleme-yazilari/921-turklerde-kartal-ve-cift-basli-kartal-tamgasi.html> (27 Eylül 2011 14:16).
4. Valeev F.H. Tatar national ornament. – Kazan: Vol. Department for Support to Small and Medium Enterprises, 2002.
5. Vilinbakhov G.V. History of the Russian coat of arms and flag. – SPb., Philological Faculty of St. Petersburg State University, 2004.
6. The double-headed eagle in Russian symbolism. Part 1. URL: [http://silaev-ag.Ru/public/adel\\_1](http://silaev-ag.Ru/public/adel_1).
7. Belyakov, prof. Once again on the double-headed eagle. Interpretation of characters offered as public. URL: <file:///D:/Documents%20&%20Study/Niaz's%20Docs/materiallar/Suratlar/simvollar/berketlar/Double-headed%20eagle/gomum/%D0%9E%20%D0%B4%D0%B2%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BC%20%D0%BE%D1%80%D0%BB%D0%B5.htm> (04, 2011, 04:23:43 am).
8. Two-headed eagle. URL: <http://www.hubert-herald.nl/TwoHeadedEagle.htm> (Updated 2011-10-10, © Hubert de Vries 2011-07-17).
9. Clericus, Ludwig A.: Zur Urgeschichte des Doppeladlers. In: Vierteljahrsschrift für Heraldik, Sphragistik und Genealogie. III Jahrgang. Berlin 1875.
10. Türklüğün hakimiyet sembolü: çift başlı kartal. URL: <http://www.yenidenergenekon.com/101-turklugun-hakimiyet-sembolu-cift-basli-kartal> (26 Ocak, 2008).
11. Yanina S.A. Jochid coins from the excavations and fees Kuibyshev expedition to Bulgaria in 1957 // MIA, 1960, № 80. – P. 210-221.
12. Scheldi, N.M. Bulgar-Tatar coins 13-15 centuries. – Kazan, 2002.
13. Ishakov D.M. Clan affiliation, «home of Genghis Khan» (Altyn Uruk) and its attributes (problem). // Archaeology of the Eurasian steppes, v. 2. Medieval archeology of the Eurasian steppes. Proceedings of the Constituent Congress of the International Congress.

- Kazan, 14-16 February, 2007, Volume 2. Kazan Institute of History, Academy of Sciences of Tajikistan, 2007.
14. The Golden Horde, double-headed eagle on the coins Janibek (XIV c.). URL: <http://my-gerb.com/cat.html?itemid=392> (www.my-gerb.com ©2009-2011).
  15. Vasary Istvan. Cumans and Tatars. Oriental Military in the Pre-Ottoman Balkans, 1185-1365. Cambridge: Cambridge un.press, 2005.
  16. Numismatics. East is a delicate matter. URL: <http://kladoiskateli.com/lofiversion/index.php/t4848.html> (Forum IP.Board © 2001-2012 IPS, Inc.).
  17. Identification and assessment of the Golden Horde coins. URL: <http://www.reviewdetector.ru/lofiversion/index.php?t131518.html> (Invision Power Board © 2001-2012 Invision Power Services, Inc.).
  18. Golden Horde coins from the collection of the Archaeological Museum of KSU. URL: <http://www.ksu.ru/archeol/zolmon.htm> (© 1995-2010 Kazan Federal University).
  19. The appearance of the double-headed eagle in Russia, Byzantium and Germany. Heraldic site of Sergey Panasenko. URL: <http://goldarms.narod.ru/opus2.htm>.
  20. Deftere Chigis-name. – Kazan, 2000. – P. 18-21.
  21. Ivanics M., Usmanov M.A. Das Buch der Dschingis-Legende (Daftari Cingus-nama). – Szeged, 2002. – P. 55-60.
  22. Whose eagle on the Russian coat of arms? (Chapters from the book «Millennium of Russia: skeletons in the closet»). URL: <http://www.fraza.Ua/analitics/10.06.09/69581.html?cpage=4>.
  23. Vasilij Zaitsev. Materials on Russian numismatics XV century. – Kiev, Juno Moneta, 2004. URL: <http://russianchange.narod.ru/coins/zaytsev/zaytsev.html> (Copyright ©2004, Vasilij Zaitsev).
  24. Search Club «Avantyryst». Auction coins. URL: <http://avanturist.info/forum/viewtopic.php?f=26&t=897> (© 2009 АвантюристЪ).
  25. Krikun Y. Monuments of Crimean Tatar architecture (13-20 century). – Simferopol: Tauris, 2001.
  26. History of coats of arms of the city of Kazan and the cities of Kazan province. URL: <http://kazadmin.narod.ru/gerbs/gerbs.html>.



УДК 72:502.7

**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

### **К проблеме создания зон экологического комфорта в условиях уплотненной застройки мегаполисов**

#### **Аннотация**

По мнению психологов, важнейший фактор, влияющий на душевный комфорт городского жителя сегодня, – это уровень качества окружающей его среды: необходимый и достаточный уровень озеленения города, его благоприятное экологическое состояние, сохранение связи человека с природой. Однако, стремительный темп жизни, резкий рост количества транспортных средств, активное строительство новых зданий, уплотнение пространства, застройка высотными зданиями приводят к вытеснению остатков природы из окружения, что, в конечном итоге, приводит к конфликту человека с городом.

В последние годы осваиваются методы *дополнительного озеленения* городского пространства, исключающие снос зданий для обеспечения нормируемого объема зеленых зон. По типу озеленения их можно разбить на функционально-технологические группы: вертикальное озеленение фасадов, сады на крышах, озеленение интерьеров, строительство крытых ботанических садов и оранжерей, устройство экологических парковок, мобильное озеленение, временные инсталляции.

**Ключевые слова:** дополнительное озеленение городского пространства, вертикальное озеленение, сады на крышах.

По мнению современных психологов, наиболее значимый фактор, влияющий на душевный комфорт городского жителя сегодня, – это уровень качества окружающей его среды: необходимый и достаточный уровень озеленения города, его благоприятное экологическое состояние, сохранение связи человека с природой.

Что собой представляет современное озеленение? С одной стороны, озеленением называют систему зелёных насаждений городов и населённых пунктов, а с другой стороны – это развернутый комплекс мероприятий по выращиванию, устройству и использованию зеленых посадок. Озеленение призвано увеличить приток кислорода и снизить уровень загрязнения атмосферы города, кроме того, озеленение влияет на формирование эстетического облика окружающей среды. Использование элементов озеленения, озелененных участков и комплексов, благоустройство территории – наилучший путь к формированию адекватной окружающей природной обстановки, необходимой для осуществления многообразных сценариев жизни городского жителя.

Наиболее простые методы озеленения города включают в себя групповые и рядовые посадки деревьев и кустарников, устройство газонов и цветников. Озеленение устраивается как на территории жилых микрорайонов, так и на участках общественных объектов. Большой вклад в озеленение города вносят объекты районного и общегородского значения: детские и спортивные площадки, скверы, аллеи, бульвары, сады, парки, лесные пригородные зоны отдыха, заповедники. Основная цель устройства всех этих зеленых элементов – создание комфортных условий для жизни и отдыха городского населения среди природного окружения в условиях крупного города.

Однако, тот стремительный темп жизни, который мы сегодня имеем, безумно огромный поток информации, ежесекундно выливающийся на человека, визуальная реклама, мелькающая повсюду видеореклама и звуковая реклама, компьютеры, пресса, масс-медиа, другие подобные прелести современного информационного мира отравляют жизнь населения города.

Резкий рост количества транспортных средств, а, следовательно, увеличение количества дорог и транспортных развязок, бесконечные утомительные пробки, рост

загазованности воздуха, усиление уровня городского шума повышают эмоциональное напряжение людей и негативно влияют на их психологическое состояние.

Бурное скороспелое строительство новых зданий, формирующих безликий монотонный архитектурный облик города, уплотнение пространства, застройка городских территорий высотными зданиями приводят к вытеснению остатков природы из окружения, что, в конечном итоге, приводит к конфликту человека с городом.

Шум, пыль, загазованность воздуха, тотальный дефицит зеленых насаждений, отсутствие возможности организовывать необходимые рекреационные зоны – вот действительное состояние современных крупных городов, особенно характерно это для исторических центров.

Для человека же, как биологического вида, характерно существование в естественной, богато озелененной природной среде, поэтому неуклонное снижение качества и сокращение объемов естественной среды обитания в рамках мегаполиса неуклонно ведут к нервному перенапряжению и стрессам, к повышению нервозности, к эмоциональному дискомфорту, потере горожанином психологического и физического равновесия и, в конечном счете, здоровья.

Всемирно признанная в последнее десятилетие концепция необходимости гармонизации городского пространства подразумевает восстановление баланса между природной и искусственной составляющими мегаполисов. Идея и современные принципы озеленения «каменных джунглей» требуют новых подходов решения проблемы возврата городскому человеку природных элементов, объектов и комплексов в структуре города. Решение этой проблемы отвечает потребностям городских жителей, как с экологической точки зрения, так и с точки зрения улучшения эстетических свойств городской среды.

Главной трудностью в размещении элементов озеленения в современных условиях бурно развивающегося строительства и уплотнения застройки является повсеместное отсутствие свободных площадок. В связи с этим в последние годы широко осваиваются нетрадиционные способы озеленения, так называемые методы *дополнительного озеленения* городского пространства, исключающие снос зданий для обеспечения нормируемого объема зеленых зон. По типу озеленения основные способы создания зон экологического комфорта в условиях уплотненной застройки мегаполисов можно разбить на следующие функционально-технологические группы: озеленение фасадов, крыш, интерьеров, строительство крытых ботанических садов и оранжерей, устройство экологических парковок, мобильное озеленение, временные инсталляции.

**Зеленые фасады** (или как их еще называют – «вертикальные сады» (vertical gardens) или «живые стены» (living walls)) – один из наиболее доступных вариантов формирования зеленой зоны в затесненных условиях. Для вертикального озеленения фасадов используют металлические или деревянные каркасы, на которые высаживают, как правило, неприхотливые многолетние вьющиеся растения. Помимо декоративной функции вертикальное озеленение создает благоприятный микроклимат на территории, прилегающей к зданиям. Листья уменьшают нагрев стен, а соответственно позволяют летом сохранять в помещениях более прохладную температуру, особенно это актуально на южной и юго-западной сторонах зданий. Кроме того, вьющиеся растения уменьшают проникновение пыли или загрязненного воздуха в помещения здания, листва обладает шумопоглощающими свойствами (рис. 1а).

**Озелененные крыши** – это замечательный и достаточно простой способ (менее трудоемкий, чем озеленение фасадов) создать дополнительные уголки природы и прекрасные места отдыха в городе. Эта идея не нова. Самыми первыми озелененными поверхностями крыш зданий, не считая Садов Семирамиды, можно считать грунтовые крыши средневековой Норвегии, на которые ветром заносило семена травы, где она и прорастала. Трава на крышах сохраняла тепло зимой, давала прохладу и защищала от дождя летом. Сегодня интенсивное озеленение крыш, в целом решая более широкий круг задач, активно применяется во многих городах мира и дает возможность локально создавать и поддерживать комфортный для человека микроклимат (рис. 1б).



Рис. 1. Примеры экстерьерного дополнительного озеленения:  
а) озелененный фасад общественного здания во Флоренции, Италия (фото автора);  
б) озелененная крыша здания рынка в г. Порто, Португалия (фото автора)

**Озелененные интерьеры** – также один из методов улучшения психологического состояния людей. Применяется чаще всего в больших современных торговых и офисных центрах, работники которых вынуждены находиться долгое время внутри здания и, как следствие, не имеют возможности отдохнуть на лоне природы. Известны многочисленные примеры применения подобных зеленых систем в интерьерах аэропортов, гостиниц и вокзалов. Озеленение интерьеров индивидуальных жилых домов и квартир также набирает популярность и может служить отличным замещением сада на балконе в малогабаритной квартире (рис. 2а).

**Крытые ботанические сады и оранжереи** – фактически это локальные парки, включенные в структуру общественных зданий любой функциональной направленности. Здесь возможны самые разнообразные вариации включения зон озеленения в структуру зданий: от мелких локальных участков до создания крупных озелененных пространств, которые дают прочувствовать эффект «экстерьера в интерьере», то есть ощущения внешнего пространства в объеме здания (рис. 2б).

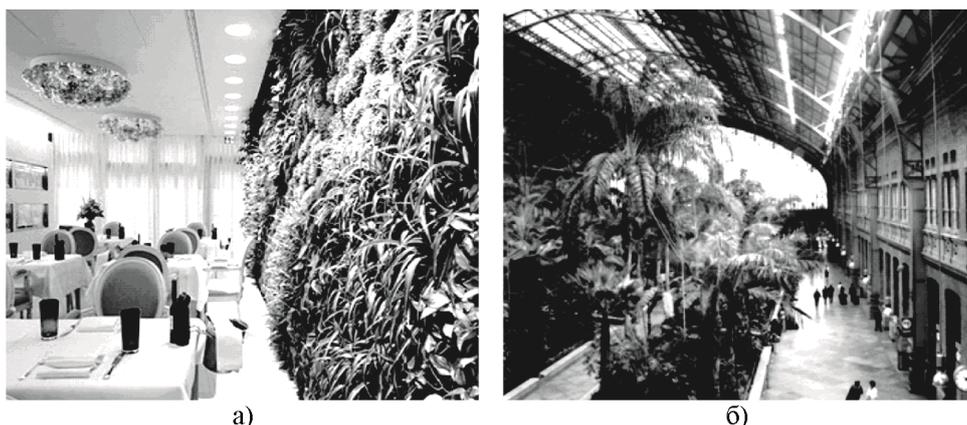


Рис. 2. Примеры интерьерного дополнительного озеленения:  
а) ресторан Giardino Lounge, Швейцария (арх. М. Туна);  
б) интерьер вокзала Atocha в Мадриде, Испания (фото автора)

**Устройство экологических парковок** – очень практичное решение: экопарковки, формируемые при помощи газонных решеток, обеспечивают высокую экологичность, дают заметную экономию площади, обладают высокими эстетическими качествами. При помощи газонных решеток, в результате укрепления грунта и корней растений, получается газон, выдерживающий вес автомобиля без повреждения травы (рис. 3).



Рис. 3. Устройство экопарковки с использованием газонных решеток

**Мобильное озеленение** в современной практике озеленения пространств рядом с домом означает использование компактного озеленения, предусматривающего использование переносных элементов: ваз, контейнеров, цветочниц, которые можно убирать на зиму в помещение (рис. 4). Это удобно для районов с холодным климатом.



Рис. 4. «Цветочная башня», Франция (арх. Э. Франсуа)

**Временные инсталляции** – это временные акции по размещению элементов озеленения на улицах города, или внутри зданий летом или зимой в связи с праздниками, рекламными кампаниями. Летом, как правило, на более длительные периоды, зимой – на короткие сроки. Используются также для оформления входов в здания (рис. 5).



Рис. 5. Временные композиции: граффити из мха, Англия (арх. А. Гарфорт)

Исследование вопроса позволяет сделать некоторые обобщения положительного опыта дополнительного озеленения. Мероприятия по дополнительному озеленению фасадов и крыш способствуют сокращению затрат на обогрев зданий в холодное время, приближая озелененные здания к стандартам пассивного дома. В летнее же время, благодаря естественному испарению влаги на 15-20 %, сокращаются затраты на охлаждение зданий. Дополнительное озеленение способствует заметному уменьшению загрязнения воздуха и обогащению его кислородом, способствует поглощению шума, при этом почвенный слой поглощает низкие частоты, а растения – высокие. Озелененные элементы могут стать дополнительной средой проживания для птиц. Экономические плюсы дополнительного озеленения также очевидны: защищенные от погодных и климатических воздействий, озелененные поверхности фасадов и крыш служат дольше обычных, что сказывается на стоимости и экономической привлекательности зданий.

Для наиболее успешного использования дополнительного озеленения на городских объектах следует учитывать несколько существенных факторов. Прежде всего, следует учитывать климатические особенности каждого конкретного района, так как это напрямую влияет на подбор растений, на выбор типа освещения, определение технологии полива и ухода за растениями. Важно соблюдать режим эксплуатации инженерных коммуникаций, используемых в зависимости от выбора метода закрепления растений. Существенный вопрос – номенклатура посадочного материала, используемого в дополнительном озеленении: это должны быть, с одной стороны, самые неприхотливые и живучие растения, с другой стороны, они должны быть красивыми. Учитывая все это, можно надеяться, что в недалеком будущем весь спектр дополнительного озеленения городских территорий станет неотъемлемой частью жизни российских городов.

### Список литературы

1. Мубаракшина Ф.Д., Сафина Г.И. Исторические зарубежные и отечественные примеры озеленения и благоустройства среды как прообразы современного вертикального и горизонтального озеленения архитектуры. // Известия КГАСУ, 2013, № 2 (24). – С. 70-76.
2. Информация о видах конструкций для зеленых крыш // ZINCO.RU: сайт, предоставляющий информацию о строительстве, ремонте и недвижимости. URL: <http://www.zinco.ru/technologies/> (дата обращения 15.07.2013).
3. Коньшина Н.В. Экологически ориентированная среда как основа для проектирования современных зданий. // Журнал «Архитектон», 2010, № 30.

**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

### To the problem of creating ecological comfort zones in the compacted modern cities conditions

#### Resume

In nowadays «concrete jungle» for a man is very important to have a natural component: a sufficient level of greening the city, its favorable ecological conditions, the connection with nature. However, the rapid rhythm of life, the active construction of new buildings and high-rise buildings can marginalize the nature of residues from the environment, which ultimately leads to a conflict with the city of man.

On the one hand, modern landscaping is a system of green spaces of cities and towns, and on the other hand – this is a detailed set of measures on cultivation, the device and the use of green crops. The classic and most common methods of greening the city include planting trees and shrubs, lawns and flower beds, parks and squares.

In the last years the exploration of additional methods of greening urban space is actively increasing. Such planting can be divided into several functional and technological groups: vertical gardens, roof gardens, planting of interiors, construction of indoor botanical gardens, the environmental parking, mobile landscaping, temporary installations. Because of its mobility, which is important in the centers of modern cities, and because of the undoubted environmental and economic advantages, additional landscaping is becoming more popular.

**Keywords:** additional methods of greening urban space, vertical greening, roof gardens.

### References

1. Mubarakshina F.D., Safina G.I. Historical examples of foreign and domestic landscaping and improvement of the environment as prototypes of modern vertical gardens and gardens on the roofs. // News of a KSUAE, 2013, № 2. – P. 70-76.
2. Information about the constructional types of green roofs // ZINCO.RU: website that provides information about construction, renovation and real estate. URL: <http://alivotec.ru/vertikalnye-sady/> (reference date: 15.07.2013).
3. Konshina N.V. Environmentally oriented environment as a basis of a design of modern buildings. // Journal «Architecton», 2010, № 30.

УДК 72:502.7

**Мубаракшина Ф.Д.** – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: faina.arch@rambler.ru

**Сафина Г.И.** – студент

E-mail: sbsp4@rambler.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Некоторые конструктивно-технологические особенности устройства современных элементов дополнительного озеленения в городе**

#### **Аннотация**

С древних времен известны интересные зарубежные и отечественные примеры дополнительного озеленения зданий и сооружений. Сохранились также и некоторые сведения о конструктивно-технологических устройствах, которые были успешно использованы в исторических объектах.

Сегодня наука, не отбрасывая известное, предоставляет новые конструктивно-технологические устройства для монтажа элементов дополнительного озеленения в городских условиях: специалисты пытаются решить эту проблему в промышленных объемах с ориентацией как на госзаказ, так и на частного потребителя.

**Ключевые слова:** дополнительное озеленение городских территорий, конструктивно-технологические устройства.

Если обратиться к историческому зарубежному опыту, то первыми дополнительно озелененными поверхностями зданий можно считать грунтовые крыши Норвегии (IX-XI века н.э.), на которые ветром заносило семена травы, где она и прорастала, не встречая явных препятствий со стороны владельцев домов. Так как трава на крышах защищала дома в морозы зимой и давала прохладу летом, то ее не торопились удалять с крыш, несмотря на то, что вес крыш с травой был намного больше обычных крыш, равняясь примерно  $90 \text{ кг/м}^2$ , и заметно увеличивался во время дождей [1]. В южном климатическом поясе дополнительное озеленение развивалось гораздо раньше и более масштабно. Известнейшим проектом такого озеленения являются Сады Семирамиды (VII век до н.э.) – ступенчатые многоярусные конструкции, известные своей грандиозностью. Размер этих садов поражает своими масштабами: только нижний ярус имел стороны размером 42 и 34 метра, а верхние 3 яруса поддерживались колоннами высотой более 23 метров. Всю пирамиду сверху донизу пронизывала система труб, спрятанных в колоннах, и каналов, по которым вода стекала с верхних ярусов ниже [2, 3].

Отечественный опыт начинается гораздо позже и датой возникновения ранних российских садов на крышах можно назвать 1685 год, когда в Московском Кремле появились первые «верховые» сады. Размеры первого сада были не так велики, около 20 метров длиной и 8 метров шириной, однако поражает основательность, с которой он был возведен. Специально для устройства надлежащей гидроизоляции этого сада были отлиты из свинца доски по 640 килограммов каждая. Сверху на них был насыпан слой черной земли высотой до метра. Благодаря такой глубине грунта в этом саду оказалось возможным устроить даже небольшой пруд. Также там были грядки и клумбы с цветами, беседка царевича. Убранство сада было выдержано таким образом, что цветы перемежались с лечебными травами, декоративные деревья – с плодовыми деревьями, что делало сад полезным с практической точки зрения. К сожалению, долго эти сады не просуществовали и были уничтожены в 1773 году. Идея «висячих садов» претворялась в жизнь в России и в последующие годы, и не только в Москве. В Петербурге при царице Елизавете Петровне висячий сад находился в Аничковом дворце, над сквозной колоннадой вдоль Невского и Фонтанки. При Екатерине II висячий сад был устроен в Зимнем дворце. В Москве же прославились «красные», т.е. красивые, сады бояр Голицыных и Ордын-Нащокиных, расположенные на уровне верхних этажей жилого дома. Имеются сведения об устройстве по указанию митрополита Ионы висячего сада в

Ростове Великом. Большой красивый сад размещался между корпусами дворца и занимал большое пространство, поддерживаемое сводами на уровне второго этажа [1, 4].

Каковы же были конструктивные и технические особенности устройства первых садов на крышах, из чего были выполнены опоры и перекрытия, как работала система водоснабжения, какие использовались агротехнические приемы, были ли первые сады примитивными или могли бы быть использованы и сегодня? До нас дошли письменные свидетельства, отрывочные чертежи и рисунки садов, однако сохранилось мало информации о конструктивном и техническом устройстве садов тех лет.

Волна увлечения эксплуатируемыми кровлями в начале XX века прокатилась по всей Европе, чему, безусловно, способствовали проекты виднейших архитекторов, наиболее известными из них были француз Ле Корбюзье и американец Ф.Л. Райт. Один из европейских садов-крыш архитектора Р. Хэнкока «Дерри энд Томз» был построен в 1938 году над шестым этажом здания в Лондоне и сохранился до настоящего времени. Крыша-сад пятиэтажного гаража Кайзер-центра в Окленде архитектора Т. Осмундсона и сегодня также остается одной из запоминающихся построек XX века (рис. 1).

В нашей стране было дано теоретическое обоснование применению плоских крыш в 1920-е годы. Этот прием был использован целой когортой архитекторов-конструктивистов: братьями Весниными и Голосовыми, Г. Бархиным, И. Леонидовым и другими. Такие крыши использовались больше как смотровые площадки, например крыша издательства «Известий» на Пушкинской площади (1927 г.). Построенный по проекту М. Гинзбурга тогда же сад на крыше жилого дома на М. Бронной улице уже включал великолепный цветник из роз. Плоская крыша 8-этажного дома на Спиридоновке была приспособлена для детских площадок, защищенных металлической сеткой, и долгое время использовалась как участок детского сада. К сожалению, эти интересные объекты не сохранились.

Шестидесятые годы XX в. можно считать своего рода рубежом в строительстве и ландшафтной архитектуре садов на искусственных основаниях. Во многих странах их строительство начало приобретать массовый характер, особенно благодаря настоящей революции в производстве водостойких синтетических материалов и заменителей естественного грунта, а вслед за этим начали совершенствоваться технологии и уменьшаться стоимости подобных проектов. Сады на крышах уже не являются роскошью, так как различные фирмы предлагают множество методов их установки и эксплуатации.



а)



б)

Рис. 1. Примеры сохранившихся садов на крыше, XX век:

а) «испанский» сад-крыша здания «Дерри энд Томз» (арх. Р. Хэнкок, 1938 г.);

б) крыша-сад гаража Кайзер-центра в Окленде (арх. Т. Осмундсон, конец 1950-х гг.)

Развитие современной промышленности приводит к удешевлению данного вида работ за счет упрощения конструкций и появлению разнообразных гидроизолирующих материалов. Одновременно с этим экологические преимущества уже не позволяют усомниться в необходимости подобных мероприятий.

С экологической точки зрения, мероприятия по дополнительному озеленению наружных поверхностей в городах несут в себе несколько важных функций:

- позволяют уменьшить потребность в искусственных системах управления микроклиматом, т.к. увеличивают массу и тепловое сопротивление нагреваемой поверхности;
- способствуют сокращению теплопотерь и затрат на обогрев зданий в холодное время, приближая такие здания к стандартам пассивного дома;
- сокращают затраты на охлаждение зданий на 15-19 % благодаря естественному испарению влаги;
- способствуют очищению дождевой воды, в том числе и от тяжёлых металлов; уменьшают количество воды, попадающее на землю в виде осадков, в результате таяния снега и т.д.;
- способствуют существенному уменьшению загрязнённости воздуха и обогащению его кислородом, что, в свою очередь, повышает комфортность жизни в городе и сокращает число заболеваний, особенно астматических;
- способствуют поглощению шума; при этом почвенный слой поглощает низкие частоты, а растения – высокие;
- позволяют новым озеленённым элементам стать средой проживания для пернатых обитателей городской фауны.

Экономические преимущества мероприятий по дополнительному озеленению наружных поверхностей в городах также очевидны. Будучи защищёнными от погодных и климатических воздействий, озеленённые поверхности служат в несколько раз дольше обычных и увеличивают стоимость недвижимости за счет привлечения инвесторов.

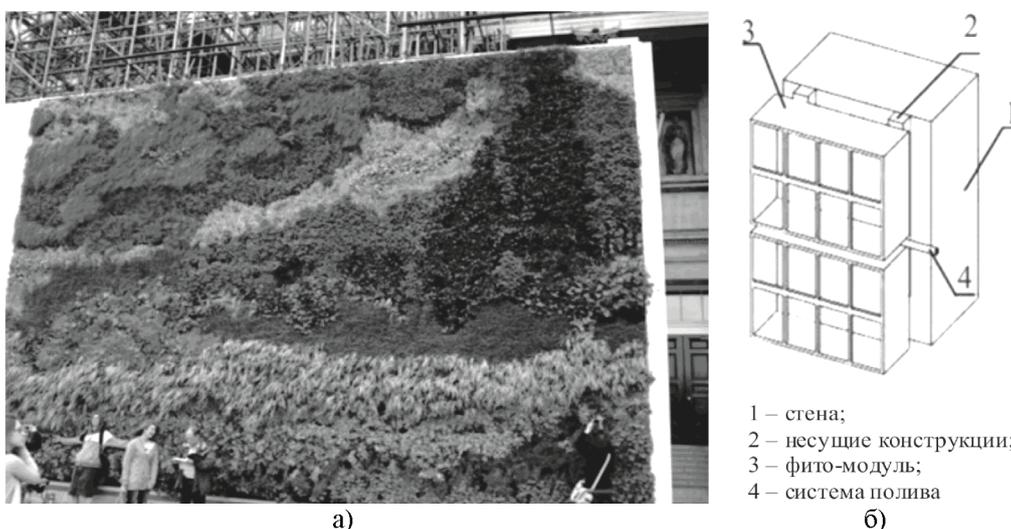


Рис. 2. Вертикальное озеленение фасадов:

а) фасад на Трафальгарской площади в Лондоне (фото авторов);

б) один из вариантов конструктивного устройства вертикального озеленения фасадов

В целом, конструктивно-технологические особенности организации элементов дополнительного озеленения зависят от ряда факторов:

- от территориального месторасположения объектов озеленения (в парках, скверах, в жилой застройке и др.);
- от характера поверхности устройства элементов озеленения: горизонтального или вертикального;
- от экстерьерного или интерьерного размещения озеленённых элементов;

- от дополнительных функций, которые должны нести проектируемые объекты и элементы озеленения;
- от количества и видов растений.

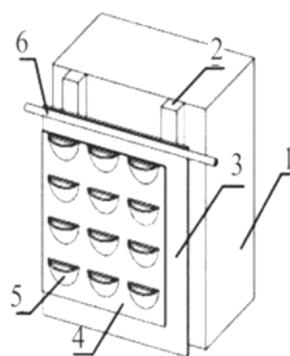
Сегодня в России работает большое количество фирм, занимающихся устройством вертикального и горизонтального озеленения, в числе наиболее известных из них – Alivotec, ZinCo. Их практика довольно обширна, включает в себя разные города России, так как в настоящее время объемы заказов от организаций и частных лиц на устройство дополнительного озеленения в черте города приобретают все большие масштабы. Каждая фирма предлагает свои варианты конструктивных и технологических решений, начиная от простейших и заканчивая индивидуальными улучшенными разработками.

Конструктивно-технологические устройства для организации дополнительного озеленения можно подразделить на пять принципиальных групп, наиболее часто используемых и имеющих свои конструктивные особенности:

- конструкции для устройства вертикальных экстерьерных озелененных поверхностей (наружные стены общественных зданий и жилых зданий, вертикальные поверхности малых архитектурных форм, рис. 2);
- конструкции для устройства вертикальных интерьерных озелененных поверхностей (внутренние поверхности стен общественных и жилых зданий, рис. 3);
- конструкции для устройства горизонтальных экстерьерных озелененных поверхностей на значительной высоте (сады на крышах, озеленение которых бывает интенсивное и экстенсивное, рис. 4);
- конструкции для устройства горизонтальных интерьерных декоративных площадей – фонтаны, скверики, зеленые площадки внутри общественных зданий, в холлах крупных жилых центров;
- конструкции для озеленения крыш подземных сооружений с проезжими частями и парковками – по сравнению с предыдущим пунктом, в данном случае используются более прочные конструкции, способные выдержать вес автотранспорта.



а)



- 1 – стена;
- 2 – несущие конструкции;
- 3 – пластик; 4 – войлок;
- 5 – карман; 6 – система полива

б)

Рис. 3. Вертикальное озеленение интерьеров: а) озелененная стена интерьера театра в Тай-бее; б) вариант конструктивного устройства ковровой стены интерьера

Вертикальные конструкции дополнительного озеленения наружных стен зданий держатся, прежде всего, за счет прочности стен и прикрепляемых к ним металлических направляющих, на которые впоследствии тем или иным образом закрепляются растения. Стены должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать немалый вес озеленения. Также существует мнение, что растения, ползущие по стене, медленно разрушают её или отделку, штукатурку здания. Поэтому стены с трещинами или разломами озеленять не

стоит, так как корни растений могут за них цепляться, расширять уже существующие дефекты. Не рекомендуется озеленять и внешние стены деревянных стросений, но в таких случаях можно применять обрешетку или специальные опоры.

Формирование интерьерного вертикального озеленения, так называемых «зеленых стен», не сложнее, чем устройство экстерьерных аналогов. В целом, требуются схожие конструктивно-технологические устройства, создание и поддержание необходимых условий гораздо легче обеспечить в интерьере, чем в экстерьере. Для интерьерного озеленения стен характерно использование более широкой номенклатуры растительного материала [5].

Современные технологии позволяют монтировать системы любой сложности для экстенсивного и интенсивного кровельного озеленения и создавать красивые кровельные ландшафты. Система кровельного озеленения предусматривает создание многослойного кровельного «пирога», состоящего из компонентов различного назначения, в комплексе компенсирующих растениям утрату природной почвы и гарантирующих стабильное существование растительного покрова на «зеленой» крыше.

Кровельный «пирог» составляют следующие слои:

- корневой барьер (противокорневая пленка, которая защищает гидроизоляцию крыши от разрушения корнями растений);
- влагонакопительный защитный мат (защищает корневой барьер от механических повреждений, а также удерживает воду и питательные вещества);
- дренажный слой (обеспечивает отток лишней воды в сливные воронки и в то же время сохраняет в желобах необходимое растениям количество дождевой воды; обеспечивает вентиляцию в корневой области «зеленой» кровли);
- фильтрующий слой (представляет собой системный фильтр, предотвращающий забивание отверстий дренажных элементов мелкими частицами почвенного субстрата и защищает субстрат для кровельного озеленения от вымывания ценных для растений питательных веществ);
- питательный слой (состоит из специального субстрата для кровельного озеленения, содержащего необходимые растениям питательные вещества; субстрат не слеживается, не уплотняется в течение длительного срока, хорошо пропускает воду и воздух, обеспечивая растениям благоприятную среду в течение не менее 10 лет) [6].

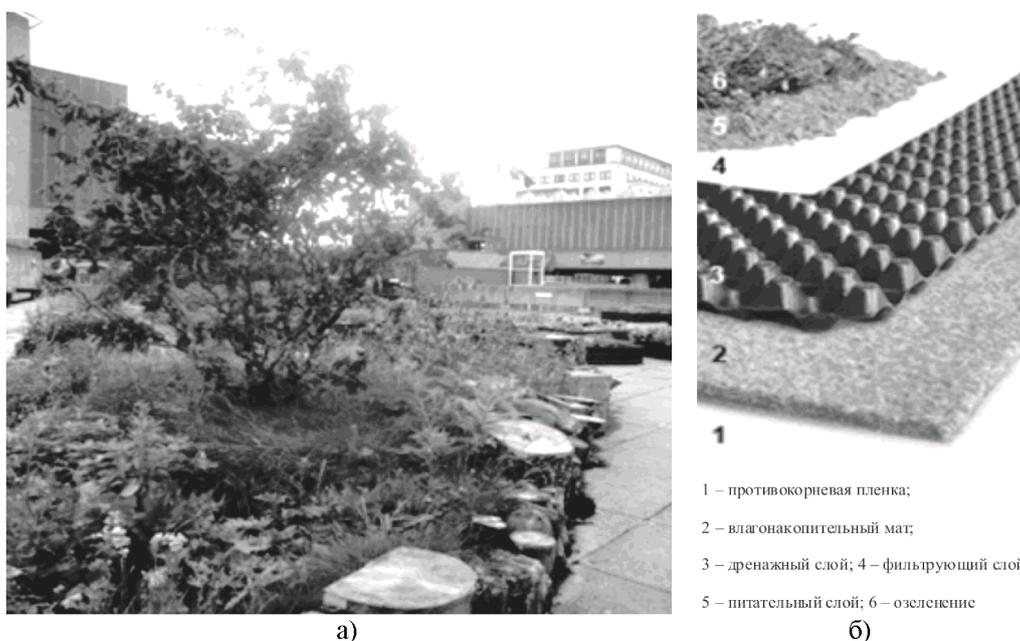


Рис. 4. Сады на крышах: а) озелененная крыша Элизабетхолла в Лондоне (фото авторов); б) конструкция «пирога» озеленяемой кровли

При размещении растений на крышах подземных сооружений конструкция кровли должна обладать, в первую очередь, достаточным запасом прочности, а также изолирующими и ограждающими свойствами. Наиболее значительные нагрузки следует приурочивать к несущему каркасу здания. Покрытие должно выдерживать и динамические нагрузки от движения посетителей и транспорта.

Необходимость введения дополнительного озеленения в непростых сложившихся современных природных условиях в городе понимают как жители и проектировщики, так и чиновники, уже на законодательном уровне обязывающие архитекторов включать дополнительное озеленение в состав проектов, особенно это касается эксплуатации поверхностей крыш. В настоящей статье авторами приведены только некоторые, наиболее известные и популярные конструкции вертикального озеленения и слоев для выполнения благоустройства на крышах. Очевидно, что сегодня необходимо проведение более глубоких и системных исследований в области конструктивных и технологических решений устройств дополнительных городских элементов озеленения.

Кроме того, отдельного и тщательного рассмотрения требует целая группа вопросов, имеющих отношение к современным методам озеленения архитектурных объектов, связанных с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений, с градостроительными и функционально-планировочными особенностями проектирования объектов экологической архитектуры.

Важнейшим аспектом исследований может стать особенно актуальная в условиях наших холодных зим тема выявления, а возможно даже селекции, особой номенклатуры растений, рекомендуемых для использования в оформлении зданий в разных географических регионах, а также непосредственно связанная с этим проблема организация полива и ухода за посадочным материалом.

### Список литературы

1. Мубаракшина Ф.Д., Сафина Г.И. Исторические зарубежные и отечественные примеры озеленения и благоустройства среды как прообразы современного вертикального и горизонтального озеленения архитектуры. // Известия КГАСУ, 2013, № 2 (24). – С. 70-76.
2. Информация о Висячих Садах Семирамиды // WIKIPEDIA.ORG: сайт, предоставляющий информацию по различным аспектам. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Висячие\\_сады\\_Семирамиды](http://ru.wikipedia.org/wiki/Висячие_сады_Семирамиды) (дата обращения: 10.07.2013).
3. Информация о Висячих Садах Семирамиды // TOMOVL.RU: сайт, предоставляющий информацию по различным аспектам. URL: [http://www.tomovl.ru/painting/Ogrody\\_semiramidy.html](http://www.tomovl.ru/painting/Ogrody_semiramidy.html) (дата обращения: 10.07.2013).
4. Титова Н.П. Сады на крышах. – М.: Олма-Пресс гранд, 2002. – 108 с.
5. Информация о конструктивных видах вертикальных // ALIVOTEC.RU: сайт, предоставляющий информацию по различным аспектам. URL: <http://alivotec.ru/vertikalnye-sady/> (дата обращения: 15.07.2013).
6. Информация о видах конструкций для зеленых крыш // ZINCO.RU: сайт, предоставляющий информацию о строительстве, ремонте и недвижимости. URL: <http://www.zinco.ru/technologies/> (дата обращения 15.07.2013).

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

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

**Safina G.I.** – student

E-mail: [sbsp4@rambler.ru](mailto:sbsp4@rambler.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Several design and technological features of the modern elements of additional landscaping devices in the city

#### Resume

Since ancient times there were a lot of interesting foreign and domestic examples of additional greening of buildings. There was also a lot of information about the constructional and technological systems that have been used successfully.

From an ecological point of view, the systems of additional greening in the cities carry a number of important functions. For example, reduce cooling costs of buildings, help to clean rainwater and the air and enriches it with oxygen, help to protect against noise and others. The economic benefits of such activities are also important. Protected from weather and climate impacts, green surfaces exist several times longer than normal, and increase property values by attracting investors. A number of factors that affect the design and technological features of the organization of supplementary planting force architects to invent new designs and pick up all the new materials.

Today, the development of modern industry leads to a reduction in price of this type of work. Scientists provide new construction and technological devices for mounting additional landscaping in an urban setting. Modern experts are trying to solve this problem on an industrial scale because the environmental and economic advantages are not allowed to question the need for such measures.

**Keywords:** ecological architecture, the festival of live houses, design workshop.

#### References

1. Mubarakshina F.D., Safina G.I. Historical examples of foreign and domestic landscaping and improvement of the environment as prototypes of modern vertical gardens and gardens on the roofs. // News of a KSUAE, 2013, № 2. – P. 70-76.
2. Information about the Hanging Gardens of Babylon // WIKIPEDIA.ORG: website that provides information on various aspects. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Висячие\\_сады\\_Семирамиды](http://ru.wikipedia.org/wiki/Висячие_сады_Семирамиды) (reference date: 10.07.2013).
3. Information about the Hanging Gardens of Babylon // TOMOVL.RU: website that provides information on various aspects. URL: [http://www.tomovl.ru/painting/Ogrody\\_semiramidy.html](http://www.tomovl.ru/painting/Ogrody_semiramidy.html) (reference date 10.07.2013).
4. Titova N.P. The gardens on the roofs. – M.: Olma-Press Grand, 2002. – 108 p.
5. Information about the constructional types of green walls // ALIVOTEC.RU: website that provides information on various aspects. URL: <http://alivotec.ru/vertikalnye-sady/> (reference date: 15.07.2013).
6. Information about the constructional types of green roofs // ZINCO.RU: website that provides information about construction, renovation and real estate. URL: <http://alivotec.ru/vertikalnye-sady/> (reference date: 15.07.2013).

УДК 725. 42

**Яковлев А.А.** – аспирант

E-mail: arhproekt@nngasu.ru

**Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 603950, Россия, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65

### **Индустриальное наследие. Анализ современного состояния предприятия**

#### **Аннотация**

Реконструкция больших городов невозможна без реконструкции их обширных промышленных зон, приспособления старых промышленных зданий к новой современной функции. Предлагаемый для их оценки аналитический блок состоит из пяти основных составляющих: анализ значимости предприятия, анализ исторических предпосылок адаптации, анализ современного состояния комплекса, анализ факторов адаптации, анализ соответствия предприятия новой функции. Методика анализа современного состояния предприятия включает в себя восемь аспектов: градостроительный, стилистический, конструктивный, функциональный, охранно-реабилитационный, социальный, экономический и экологический.

**Ключевые слова:** анализ современного состояния предприятия, градостроительный аспект, стилистический аспект, конструктивный аспект, функциональный аспект, охранно-реабилитационный аспект, социально-экономический аспект, экологический аспект.

Реконструкция больших городов невозможна без реконструкции их обширных промышленных зон, приспособления старых промышленных зданий к новой современной функции. Предлагаемый для их оценки аналитический блок состоит из пяти основных составляющих: анализ значимости предприятия, анализ исторических предпосылок адаптации, анализ современного состояния комплекса, анализ факторов адаптации, анализ соответствия предприятия новой функции.

Рассмотрим методику **анализа современного состояния предприятия.**

Среда промышленного предприятия анализируется по восьми аспектам.

Аналитический блок *градостроительного аспекта* включает:

1. Анализ характера производства (мощность, грузооборот, технологические требования).
2. Анализ природных условий (топографических, геологических, климатических).
3. Анализ градостроительных требований (увязка с прилегающей застройкой).
4. Анализ архитектурно-композиционных особенностей застройки (приемы архитектурно-пространственной организации – контрастное противопоставление основных и второстепенных элементов застройки, ритмическое построение объемов, контрастное сочетание остекленных плоскостей с глухими участками стеновых ограждений, выявление крупных ритмических и метрических членений фасадов, отличающихся размерами, архитектурная пластика фасадов, создание активного силуэта, выявление основного акцента застройки, акцентирование отдельных частей, пластика элементов зданий, не связанных с функционально-технологической организацией производства, пластика технологических, инженерных и транспортных коммуникаций, обогащение общего композиционного решения использованием пластических форм инженерных сооружений и технологического оборудования, использование открытого каркаса здания, пластическое выявление блокируемых элементов, использование метро-ритмических закономерностей в расположении оконных и дверных проемов, архитектурное решение устройств автомобильного и железнодорожного транспорта, приемлемый пропорциональный ряд, выявление тектоники зданий, использование элементов визуальной информации и монументального искусства, использование нескольких типов материалов отделки фасадов, этажность, наружная отделка, габариты в плане.

5. Анализ типа промышленного предприятия по: отношению к сельтбе (вне, внутри, на границе), отношению к городским магистралям, значимости в застройке

города, характеру застройки (блочная, павильонная, моноблочная), размещению на промышленной площадке (строчная, периметральная), использованию архитектурно-композиционных приемов и средств, особенностям функционального зонирования территории, месту в промышленном узле.

6. Анализ количественных показателей: площадь промышленной площадки (в том числе занимаемая основным производством, вспомогательными объектами, внешними коммуникациями, резервными территориями, неиспользуемыми участками), площадь застройки, общая площадь зданий и сооружений, количество объектов на площадке, плотность застройки, интенсивность использования территории, площадь санитарно-защитной зоны, протяженность внешних коммуникаций предприятия (пути, сети, трубопроводы), протяженность внутренних коммуникаций и сетей.

7. Анализ качественных показателей: зонирование территории, разделение людских и грузовых потоков, размещение объектов обслуживания трудящихся, унификация и модульность элементов планировки и застройки территории, блокирование, обеспечение очередности застройки и перспективного развития предприятия, методы и приемы производства строительных и реконструктивных работ, тип застройки предприятия и характер освоения промышленной площадки (квартальная, периметральная застройка, застройка вдоль главной оси, подчинение застройки главному объему, контраст вертикальной и одноэтажной, административной и производственной застройки), входы и въезды на предприятие, дороги, проезды и стоянки транспорта.

8. Ретроспективный анализ развития планировочной структуры предприятия: анализ развития генерального плана, анализ развития объемно-пространственной композиции. Методическая база, на наш взгляд, должна включать классификацию застройки предприятий, которая позволит выявить резервы и возможности ее развития, и классификацию видов несоответствия застройки предприятий современным санитарным требованиям и градостроительной ситуации, а также перечень архитектурно-строительных мероприятий по восстановлению нарушенного равновесия функциональной структуры застройки с учетом ее взаимодействия с городом. Основой классификации застройки должны быть количество объектов на промышленной площадке, плотность застройки и интенсивность использования территории с учетом общепринятого деления застройки на три типа по степени блокирования зданий. Классификация застройки по возможностям и формам развития должна иметь отраслевой характер. Застройку предприятий можно разделить на шесть типов: 1 – много- и малообъектная с завышенными плотностью застройки ( $K_{пл}$ ) и интенсивностью использования территории ( $K_{исп}$ ); 2 – много- или малообъектная с заниженным  $K_{пл}$  и завышенным  $K_{исп}$ ; 3 – много- или малообъектная с заниженным  $K_{пл}$  и завышенным  $K_{исп}$ ; 4 – однообъектная с заниженным  $K_{пл}$  и завышенным  $K_{исп}$ ; 5 – мало- или однообъектная с оптимальным  $K_{пл}$  и заниженным  $K_{исп}$ ; 6 – мало или однообъектная с оптимальным  $K_{пл}$  и  $K_{исп}$ .

Аналитический блок *стилистического аспекта* включает:

1. Анализ застройки предприятия по времени постройки.
2. Анализ застройки по стилистике (стилистическое зонирование территории).
3. Анализ используемых стилистических средств и приемов.
4. Анализ композиционных особенностей застройки.
5. Анализ используемых приемов стилистической адаптации застройки.
6. Морфологический анализ застройки.

Аналитический блок *конструктивного аспекта* включает:

1. Анализ конструктивных особенностей застройки: период строительства, этажность, сетка колонн, пролет и шаг колонн, высота этажей или помещений, ширина здания, строительный объем здания, система освещения, элементы перекрытия и покрытия, наружное ограждение, кровля, фонари, фундаменты, полы, заполнение проемов, отделка помещений, доборные элементы, модульность, степень унификации, степень сборности, степень приспособляемости к реконструкции и расширению (возможность пристроек, надстроек, встроек), характер вертикальных и горизонтальных коммуникаций, характер применяемого подъемно-транспортного оборудования, сложность планов зданий, наличие перепадов кровли, степень огнестойкости конструкций, тип здания по несущим элементам

(каркас, стены), тип здания по наличию и сочетанию больших и мелких помещений (ячейковые, павильонные), тип здания по характеру используемой кровли.

2. Определение основных конструктивных показателей: полезной, конструктивной, рабочей, подсобной и складской площадей, площади застройки, строительного объема и коэффициентов К1, К2, К3.

**Функциональный аспект** включает анализ технологического процесса с точки зрения характера и направленности существующей технологии, новизны технологического процесса, категоричности зданий и помещений по противопожарным требованиям, состояния основных составляющих технологической цепочки – транспорта (внешнего, внутреннего, внутрицехового), подъемно-транспортного оборудования, технологического оборудования, инженерно-технической инфраструктуры, сетей и коммуникаций.

Аналитический блок **охранно-реабилитационного аспекта** включает анализ промышленного предприятия как средовой композиционной модели. Стадия изучения объекта промышленной архитектуры включает: предварительное ознакомление и отбор объектов для изучения, натурные обследования, фотофиксацию, изучение литературных источников, изучение архивных и музейных материалов, ознакомление с фондами предприятий, составление сводной таблицы обследованных предприятий, составление сводной таблицы наиболее значимых зданий и сооружений.

В зависимости от критерия значимости, а также для определения возможности реставрации, консервации или современного использования зданий и сооружений, анализ предприятия как средовой композиционной модели включает:

1. Оценку современного состояния предприятия. По сохранности исторических зданий и сооружений предприятия можно подразделить на: предприятия с высокой степенью сохранности застройки; предприятия, утратившие отдельные выдающиеся объекты или значительную часть ценной застройки; предприятия с полностью разрушенной исторической застройкой; предприятия с сохранившимся одним видом исторических зданий (фронт застройки, доминанта); предприятия с качественной в архитектурном отношении современной застройкой. Сохранность застройки целесообразно оценивать по степени ее износа (до 30 %, до 40 %, до 50 %, до 60 %, более 60 %).

2. Эстетический анализ среды промышленного предприятия. Он производится с целью выбора тех форм, средств и приемов архитектурной композиции, которые характерны для среды данного предприятия и могут участвовать в его преемственном развитии на современном этапе в виде фирменного стиля.

3. Анализ развития планировочной структуры предприятия. Включает в себя исследование планировочных изменений промышленной площадки.

4. Анализ развития объемно-пространственной структуры предприятия. Производится по этапам, связанным со строительством тех или иных зданий на промышленной площадке.

5. Анализ функциональной организации территории предприятия. Заключается в определении и фиксации основных производственных зон: предзаводской, административно-бытовой, производственной, подсобно-производственной, складской, зоны отдыха.

6. Анализ пешеходной и транспортной инфраструктуры. Необходим для упорядочения пешеходных, транспортных потоков и состоит из трех блоков: анализ городской транспортной структуры (выявление магистралей городского, районного значения, местных проездов, окружающих предприятие), анализ транспортной структуры завода (выявление въездов и выездов, транспортных связей, стоянок транспорта, гаражей, разгрузочно-погрузочных площадок), анализ структуры пешеходных связей (выявление главных и второстепенных пешеходных путей, остановок общественного транспорта, площадок отдыха, входов и выходов с предприятия).

7. Анализ типологических и конструктивных особенностей. Заключается в выявлении типологических и конструктивных новшеств в процессе эволюции промышленной застройки.

8. Историко-архитектурный анализ. Заключается в выявлении стилистической направленности архитектуры предприятия, архитекторов, участвовавших в проектировании объектов, определении историко-архитектурной значимости зданий или сооружений для города.

9. Анализ архитектурного ландшафта. Включает в себя выявление существующих, частично утраченных и утраченных доминант, основных градостроительных акцентов, границ ценного городского ландшафта, утраченных элементов ландшафта, определение характера рельефа, типологии озеленения (общественная, сомкнутая, партерная, дисгармонирующая зелень, отдельно стоящие деревья, аллеиные посадки), разновидности благоустройства (современного, исторического сохранившегося, исторического утраченного).

10. Анализ визуального восприятия застройки. Заключается в определении наилучших видовых точек, трасс интерьерного и панорамного восприятия застройки, точек восприятия акцентов и доминант, выявлении главных композиционных осей, визуальных осей и связей, типологии застройки (застройка, формирующая основные планировочные направления, здания – акценты или доминанты, прерывистая и сплошная застройка).

11. Анализ архитектурных качеств застройки. Заключается в выявлении ценности опорного фонда (ценная фоновая, малоценная, дисгармоничная, рядовая, ценная современная застройка, здания, представляющие историческую и архитектурную ценность), значимости его в сложившейся градостроительной ситуации (здания, удовлетворяющие требованиям ситуации, требующие изменения или замены новыми), капитальности, затрат на реставрацию и реконструкцию.

Аналитический блок *социально-экономического аспекта* включает:

По *социальному аспекту*:

1. Анализ климата (температура и влажность воздуха, ветер, осадки, солнечная радиация) и микроклимата (освещение, шум, вибрация, вредные выделения) предприятия.
2. Анализ транспортной и пешеходной инфраструктуры на предприятии.
3. Анализ социально-бытового обслуживания на предприятии.
4. Анализ благоустройства промышленного предприятия: инженерные сети, озеленение, покрытия, рельеф и микрорельеф, площадки отдыха (активного, пассивного, кратковременного), средства визуальной информации, фирменный стиль, водные устройства, малые архитектурные формы, внутренние дворы, элементы декоративно-монументального искусства.
5. Анализ соответствия противопожарным и санитарным требованиям.
6. Анализ размещения людоемких производств, а также производств, выделяющих вредности.

По *экономическому аспекту*:

1. Анализ инвестиций в реконструкцию и развитие предприятий городского центра.
2. Анализ экономичности решений генерального плана:
  - степень блокирования застройки;
  - этажность застройки;
  - использование подземного пространства;
  - инженерное обустройство территории;
  - резервы для развития предприятия;
  - экономия земли.
3. Анализ экономичности решений зданий и сооружений:
  - объемно-планировочные решения;
  - инженерные системы зданий;
  - подъемно-транспортное оборудование;
  - конструктивные элементы зданий (фундамент, каркас, несущие конструкции, наружные стены, перекрытия, покрытия, фонари, кровля, перегородки, окна, двери, полы, отделка);
  - стоимость зданий и сооружений, их себестоимость, затраты на их эксплуатацию, приведенные затраты;
  - стоимость 1 м<sup>2</sup> площади застройки, 1 м<sup>2</sup> полезной площади, 1 м<sup>3</sup> объема здания.
4. Анализ экономичности побочных элементов:
  - транспорт (грузовой и пассажирский);
  - сырье;
  - продукция;

- технология;
- взаимосвязи с другими функциональными зонами города (функциональные, технологические, транспортные);
- взаимосвязи с другими предприятиями;
- внешние сети и коммуникации.

Сравнение экономичности решения происходит с типовым проектом, аналогом, проектным вариантом или системой показателей.

Аналитический блок *экологического аспекта* состоит из следующих видов анализа:

1. Анализ ситуации и генерального плана. Анализируется размещение предприятия в промышленном или селитебном районе города, размещение вспомогательных объектов, планировочная структура генерального плана, экологические разрывы. В результате анализа определяются следующие показатели:

- удельная мощность предприятия;
- площадь предприятия;
- плотность застройки;
- степень блокирования зданий;
- экологическое зонирование территории;
- экологический разрыв;
- резервирование территории;
- использование подземного пространства;
- кооперирование с соседними предприятиями по основному и вспомогательному производству (мало- и безотходные технологические цепочки),
- кооперирование с соседними предприятиями по экологической инфраструктуре.

2. Анализ выбросов. Включает в себя:

- анализ воздействия предприятия на атмосферу (выброс основных загрязняющих веществ, шумовое и электромагнитное загрязнение, тепловые выбросы);
- анализ воздействия предприятия на гидросферу (водозабор для технических и бытовых нужд, сброс загрязненных сточных вод);
- анализ воздействия предприятия на литосферу (осаждение вредных веществ на почву, изменение состояния грунтовых и поверхностных вод);
- анализ воздействия предприятия на биосферу (загазованность, производственные шумы, вибрация, электромагнитные излучения).

Таким образом определяется качество и количество отходов, их влияние на промышленную и близлежащие территории, на фоновое загрязнение городских территорий, на экологические характеристики внутренней среды зданий. В результате анализа делается вывод о соответствии отходов:

- предельно допустимым концентрациям;
- предельно допустимым выбросам;
- предельно допустимым нагрузкам;
- предельно допустимым уровням.

3. Анализ озеленения и санитарно-защитных зон. Состоит в выявлении рациональности использования имеющихся на площадке зеленых насаждений, почвенно-растительного слоя, а также характера и качества благоустройства. В результате определяются следующие показатели:

- плотность озеленения;
- использование существующих зеленых насаждений;
- качество благоустройства.

4. Анализ оптической «загрязненности». Включает в себя:

- анализ пространственно-композиционной дисгармонии (выявление внесистемных объектов на градостроительном уровне – зданий и сооружений, пристроев и повышенных частей, силуэтных элементов);
- анализ архитектурно-стилистической дисгармонии (выявление внесистемных объектов на уровне зданий и сооружений и их стилистики – пристроев, надстроек, коммуникационных систем);

- анализ средовой дисгармонии (выявление внесистемных элементов на уровне благоустройства среды).

5. Анализ транспортной инфраструктуры. Представляет собой выявление типов внешнего и внутреннего транспорта, транспортной сети, а также степени влияния на городскую среду. Определяются следующие показатели:

- удельная протяженность железных и автомобильных дорог;
- экологическая обоснованность применения вида промышленного транспорта;
- кооперирование с соседними предприятиями по транспорту.

6. Анализ архитектурно-строительных решений зданий и их экологического оборудования. Включает фактическую характеристику строительного фонда и сравнение ее с требованиями по проектированию экологически чистых зданий и сооружений. В результате определяются следующие показатели:

- удельная производственная площадь;
- экономия энергоресурсов;
- комфортность внутренней производственной среды;
- архитектурно-композиционные качества зданий и сооружений.

### Список литературы

1. Чайко Д.С. Современные направления интеграции исторических производственных объектов в городскую среду // Дисс. канд. арх. – М., 2007.
2. Штиглиц М.С. Промышленная архитектура С.-Петербурга XVIII – первой половины XX в. Историко-культурные проблемы. // Дисс. д. арх. – СПб., 2002.
3. Яковлев А.А. Основы формирования архитектурно-пространственной среды промышленных предприятий в исторически сложившейся городской застройке (на примере исторических городов Поволжья) // Дисс. д. арх. – М., 2000.

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

E-mail: arhproekt@nngasu.ru

**Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering**

The organization address: 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Ilyinskaya st., 6

### Industrial heritage. Analysis of the current state of the enterprise

#### Resume

Reconstruction of large cities is not possible without the reconstruction of their extensive industrial areas, adaptation of old industrial buildings to new modern features. Proposed for evaluation analysis unit consists of five main components: an analysis of the significance of the enterprise, an analysis of the historical background of adaptation, the analysis of the current state of the complex analysis of the factors of adaptation, assessing whether the new enterprise features. The method of analysis of the current state of the enterprise includes eight areas: urban development, stylistic, structural, functional, security and rehabilitation, social, economic and environmental.

Town-planning aspect considers the urban characteristics of the subject, the development of a retrospective planning structure, as well as qualitative and quantitative parameters.

The stylistic aspect includes architectural, composite tools and techniques, the morphology development.

The constructive aspect describes the design parameters – number of floors, charts and bearing carried by the elements, span, column spacing, expansion options.

The functional aspect includes the character of the process, transport, engineering and technical infrastructure, compliance with fire, health and environmental requirements.

Security and rehabilitation aspect to consider in terms of identifying valuable historical buildings and restore the aesthetic qualities of the medium.

The social aspect of the system forms the requirements for the production environment to man.

The economic aspect regulates profitability reconstructive and adaptive measures at the facility.

Environmental aspect includes a system of factors aimed at improving the working environment, the improvement of the conditions of its perception.

**Keywords:** industrial heritage, analysis of the current state of the enterprise, town planning, stylistic aspects, the structural aspect, the functional aspect, security and rehabilitation aspects, socio-economic aspect, the environmental aspect.

### References

1. Chaiko D.S. Modern ways of integrating the historical production facilities in the urban environment // Diss. candidate. arch. – M., 2007.
2. Stieglitz, M.S. Industrial architecture of St. Petersburg XVIII – first half of the twentieth century. Historical and cultural problems. // Diss. d. architect. – SPb., 2002.
3. Yakovlev A.A. Foundations for architectural and spatial environment of industrial enterprises in the historical urban development (for example, the historic cities of the Volga region) // Diss. d. architect. – M., 2000.



УДК 624.011.

**Кузнецов И.Л.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuz377@mail.ru

**Исаев А.В.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: isaev@kgasu.ru

**Гимранов Л.Р.** – кандидат технических наук, ассистент

E-mail: leenur@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### Несущая способность узлов подстропильных ферм по серии 1.460.3-14КМ

#### Аннотация

В статье рассматривается расчет по отечественным и европейским нормам узла сопряжения элементов решетки и пояса подстропильной фермы ПФ12-30 из гнуто-сварных профилей (ГСП). Определяется несущая способность данного узла по обоим методикам. Описывается численное моделирование данного узла в программном комплексе Ansys с учетом геометрической и физической нелинейности. Определяется несущая способность узла по результатам численного моделирования.

**Ключевые слова:** ГСП, подстропильная ферма ПФ12-30, несущая способность.

В последнее время при строительстве многопролетных зданий широко применяются легкие металлические конструкции типа «Молодечно» согласно серии 1.460.3-14КМ. Конструкции покрытий данных зданий выполняются по сетке колонн 12x18(24)(30) м и включают подстропильные фермы пролетом 12 м и стропильные фермы пролетом 18, 24 и 30 м, установленные с шагом 4 м. Одно из этих решений с подстропильными фермами марки ПФ-12-30 пролетом 12 м было реализовано при строительстве складского терминала размерами в плане 744x110м «Логопарк «Биек Тау» вблизи города Казани. В феврале 2012 года произошло обрушение несущих конструкций покрытия данного здания. Одной из вероятных причин обрушения является недостаточная несущая способность подстропильных ферм, а именно их узлов, вид которых после аварии приведен на рис. 1.

В статье приводятся результаты исследований несущей способности узлов подстропильной фермы ПФ-12-30 по серии 1.460.3-14КМ согласно указаниям [1], [2], [3], а также на программном комплексе Ansys, реализующем метод конечных элементов. Исследуемая ферма и узлы в месте опирания стропильных ферм приведены на рис. 2, а сечения элементов и расчетные усилия согласно серии в табл.

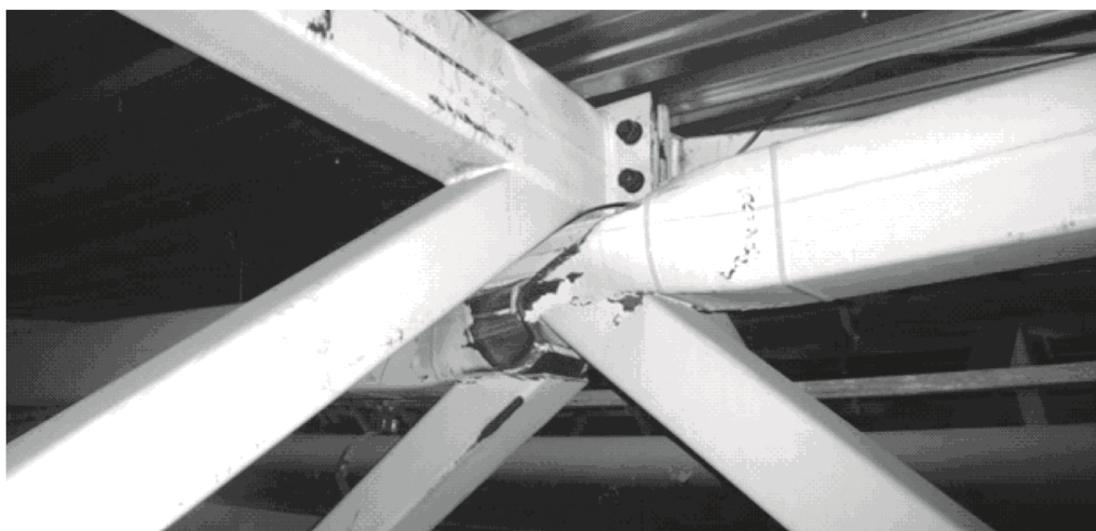


Рис. 1. Общий вид разрушения узлов подстропильных ферм в месте опирания стропильных ферм

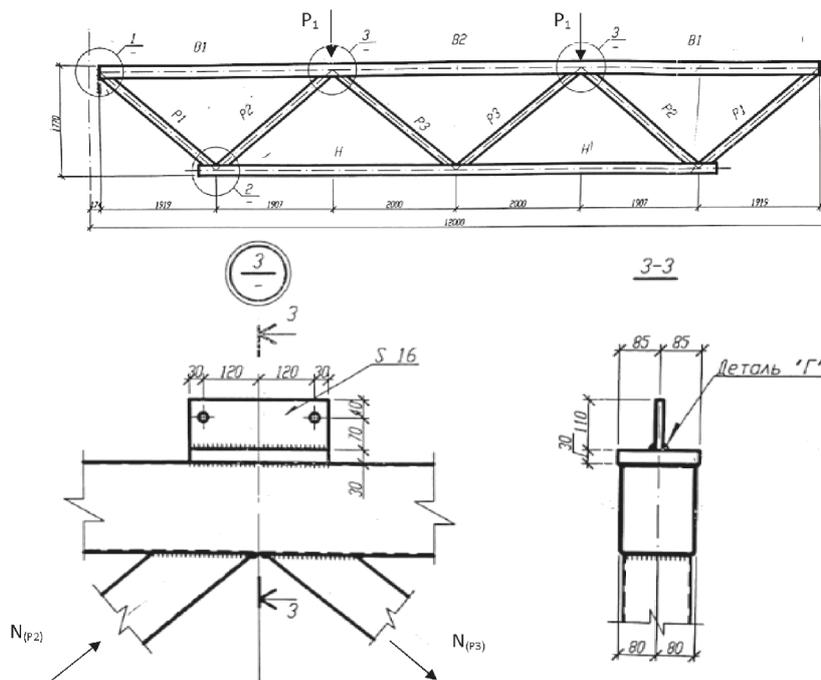


Рис. 2. Конструкция подстропильной фермы и ее узлы в месте опирания стропильной фермы

Таблица

Таблица сечений элементов ферм и расчетных усилий (данные серии 1.460.3-14КМ)

Элементы фермы	Обозначение элементов	Марка стали по ГОСТ 27772-88	Допускаемая нагрузка				
			P1=P2=30тс (P1=35тс, P225тс)				
			Усилие		Сечение	Несущая способность	
N, тс	M, тсм	N, тс	M, тсм				
Верхний пояс	B1	С345-3	-48.0	1.14	Гн. □ 200x160x5	-83.4	1.1
	B2		-81.5	1.1	Гн. □ 200x160x5	-83.4	1.1
Нижний пояс	H		+75.8	0.8	Гн. □ 160x5	+85.6	0.8
Раскосы	P1		+49.4	0.7	Гн. □ 140x4	+55.6	0.7
	P2		-49.5	0.5	Гн. □ 140x4	-56.4	0.5
	P3		±5.8	0.2	Гн. □ 120x3	+23.9	0.3
Опорное давление, тс			31.7				
Масса фермы, кг			815				
Марка фермы			ПФ-12-30				

**Несущая способность узла фермы согласно отечественным нормам [1]**

Проверка несущей способности рассматриваемого узла фермы, а именно его боковой стенки в плоскости узла согласно п. Л2.4.[1], выполняются как для К-образного узла на усилия, указанные в табл. Выполняя данную проверку, получаем, что прочность узла выполняется. Однако, если сопоставить усилия в раскосе P2 и в раскосе P3, которые по модулю отличаются в 10 раз, то справедливо рассмотреть данный узел как У-образный, т.е. усилия в раскосе P3 стремятся к нулю. В этом случае проверку несущей способности следует выполнять согласно п. Л2.2 [1], при этом несущая способность узла обеспечивается при вертикальной нагрузке на узел 19672 кг при заявленной в серии (табл.) – 30000 кг. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

• Несущая способность узла 3 подстропильной фермы ПФ-12-30 от действия указанной нагрузки  $P_1=30$  т обеспечена в случае, если его несущую способность проверять согласно п. Л.2.2 и п. Л.2.4.

• Если проверять несущую способность узла 3 подстропильной фермы ПФ-12-30 согласно п. Л.2.3 из предположения работы этого узла как У-образного, то она будет обеспечена только при усилении  $P_1=19,672$  т.

• Какие-либо указания по отнесению данного узла как подлежащего расчету согласно п. Л.2.3 в [1] отсутствуют. Однако, учитывая, что при равномерной нагрузке средние раскосы находятся в зоне чистого изгиба и не испытывают продольных усилий, расчет данного узла как К-образного не справедлив.

#### Несущая способность узлов фермы согласно Еврокоду [2] и рекомендациям по расчету узлов ферм из замкнутых гнуто-сварных профилей [3]

Согласно указанным документам формулы для проверки несущей способности К-образных узлов рассматриваются для случаев, когда продольные усилия в примыкающих элементах решетки имеют разный знак и отличаются по модулю не более чем на 20 %. В этом случае, когда усилие в одном из раскосов равно или близко к нулю, данный узел считается как У-образный и несущая способность определяется по формулам табл. 4.1 [3] и таблице 7.10 и 7.11 [2]. Несущая способность узла, выраженная через продольное усилие в раскосе  $N_{1,Rd}$ , зависит от отношения ширины раскоса к ширине пояса и при равной ширине составляет  $N_{1,Rd}=23593$  кг при соотношении ширины раскоса к ширине пояса, равном 0,85- $N_{1,Rd}=37263$  кг. Промежуточные значения находятся линейной интерполяцией. Для рассматриваемого узла это соотношение составляет 0,875, а несущая способность узла при этом равна  $N_{1,Rd}=34980$  кг, что будет соответствовать вертикальной нагрузке  $P_1=21,2$  т. По результатам исследований несущей способности узла по нормам Евросоюза [2], [3] можно сделать следующие выводы:

• Несущая способность узла 3 подстропильной фермы ПФ-12-30 будет обеспечена при вертикальном давлении, равном  $P_1=21,2$  т;

• Несущей способности узла 3 подстропильной фермы ПФ-12-30 недостаточно для восприятия вертикальной нагрузки равной  $P_1=30$  т;

• В нормах проектирования, используемых в данном разделе, даны четкие указания по расчету рассматриваемого узла как У-образного.

#### Численные исследования несущей способности данного узла

Несущая способность рассматриваемого узла фермы производилась на программном комплексе Ansys, использующем метод конечных элементов. Расчетная модель включала в себя половину рассматриваемой подстропильной фермы с осью симметрии в середине пролета (рис. 3).

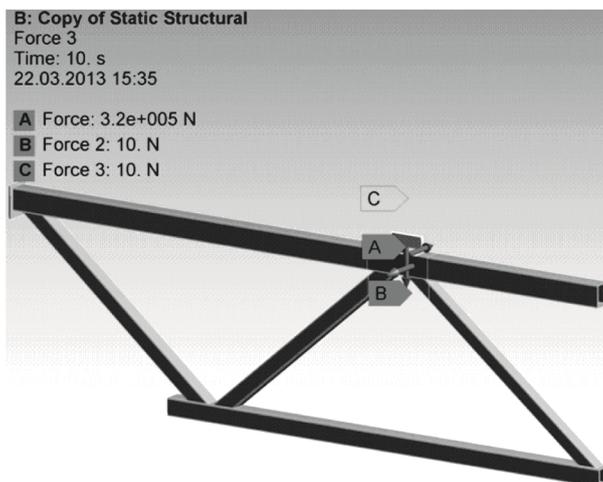


Рис. 3. Расчетная модель подстропильной фермы ПФ-12-30

Расчетное сопротивление стали для верхнего пояса сечением 200x160x5 мм и раскосов сечением 140x140x4 составило 350 МПа, а для центральных раскосов сечением 120x120x3 мм – 245 МПа. Физическая нелинейность учитывалась заданием диаграммы Прандтля с пределом текучести 350 МПа и тангенсальным модулем упругости 0 МПа. Геометрическая нелинейность учитывается программным комплексом. Деформированная схема узла фермы на последнем этапе нагружения представлена на рис. 4.

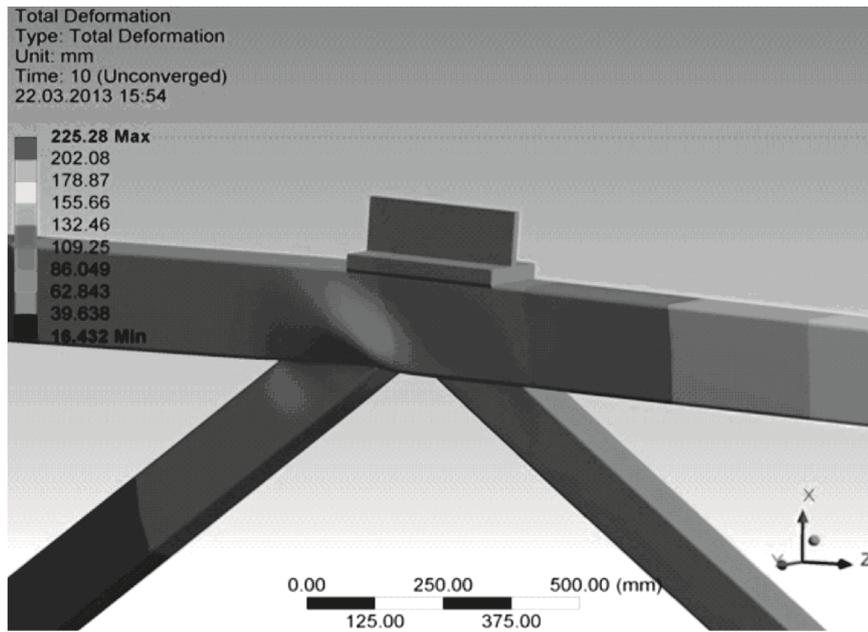


Рис. 4. Деформированная схема фермы представлена на стадии разрушения

Приведенный рисунок соответствует этапу разрушения. Для выявления момента потери устойчивости рассматривается деформация стенки узла (рис. 5). Данная деформация стенки в 4 мм наблюдается в момент потери устойчивости при обширном развитии пластических деформаций по всей стенке. Для выявления нагрузки, соответствующей началу потери устойчивости, построен график зависимости деформаций стенки узла от нагрузки (рис. 6).

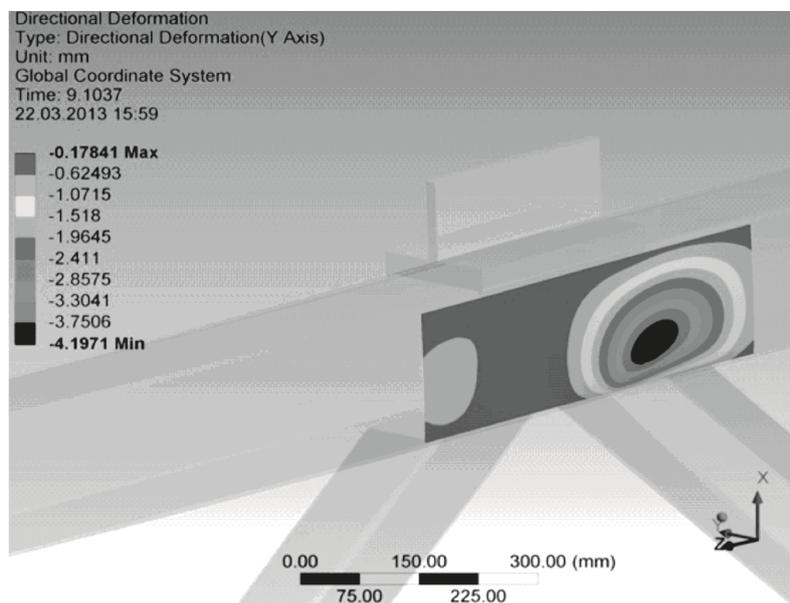


Рис. 5. Деформированная схема стенки в процессе потери устойчивости

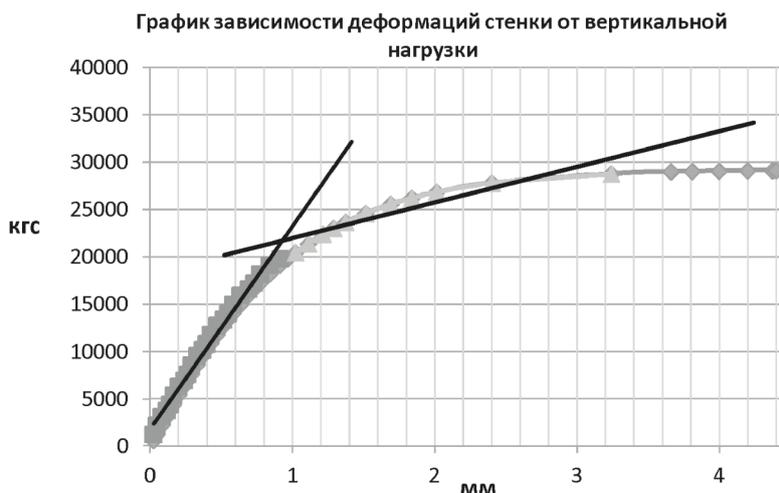


Рис. 6. График зависимости деформаций стенки от вертикальной нагрузки

Анализируя график, приведенный на рис. 6, за начало момента потери устойчивости можно принять вертикальное усилие, соответствующее диапазону  $P_1=22-25$  т.

По результатам численных исследований можно сделать следующие выводы:

- Несущая способность узла подстропильной фермы обеспечена при вертикальной нагрузке  $P_1=22$  т;

- При превышении вертикальной нагрузки  $P_1=22$  т в диапазоне до  $P_1=25$  т произойдет потеря местной устойчивости стенки пояса, которая приведет к необратимым деформациям.

Общие выводы:

По результатам вышеописанных исследований можно сделать следующие выводы:

- Несущая способность узла 3 подстропильной фермы ПФ-12-30 относительно вертикальной нагрузки  $P_1$ , определенная согласно действующим нормам Российской Федерации, а именно СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции», зависит от того, как рассматривать данный узел подстропильной фермы.

- При рассмотрении данного узла как К-образного его несущая способность составляет  $P_1 = 33,52$  т.

- При рассмотрении данного узла как У-образного, что продиктовано характером его работы под нагрузкой, его несущая способность составляет  $P_1 = 19,672$  т.

- Несущая способность узла 3 подстропильной фермы ПФ-12-30 относительно вертикальной нагрузки  $P_1$ , определенная согласно действующим нормам Евросоюза, а именно Еврокод: EN 1993-1-8 «Design of steel structures», Part 1-8: Design of joints, составляет:  $P_1 = 21,2$  т; при этом данный узел должен рассматриваться при расчете только как У-образный.

- Несущая способность узла 3 подстропильной фермы ПФ-12-30 относительно вертикальной нагрузки  $P_1$ , определенная согласно численным исследованиям на ЭВМ, составила диапазон  $P_1=22-25$  т.

- Небольшое отличие несущей способности узла 3 относительно вертикальной нагрузки  $P_1$ , вычисленное по отечественным нормам и нормам Еврокод при рассмотрении его как У-образного, а также хорошая сходимость с результатами, полученными на ЭВМ, свидетельствует о том, что данный узел необходимо обязательно считать как У-образный. Данный вывод обосновывается тем, что при симметричном нагружении подстропильной фермы средние раскосы находятся в зоне чистого изгиба, а, следовательно, усилия в них равны 0 и они не оказывают разгружающего влияния на местную устойчивость стенки верхнего пояса фермы, а приведенные расчетные усилия в раскосе фермы справедливы для подбора их сечений. Для расчета рассматриваемого узла

необходимо рассматривать симметричное нагружение, когда средние раскосы, находясь в зоне чистого изгиба, будут иметь нулевые значения усилий.

### Список литературы

1. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – М., 2011. – 173 p.
2. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-8: EN 1993-1-8 Design of joints.
3. Packer J.A., Wardenier J., Zhao X.-L., G.J. van der Vegte and Kurobane Y. Construction with hollow steel sections. Design Guide for rectangular hollow section (RHS) joints under predominantly static loading. CIDECT, 2009. – 156 p.

**Kuznetsov I.L.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: kuz377@mail.ru

**Isaev A.V.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: Isaev@kgasu.ru

**Gimranov L.R.** – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: leenur@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### The load capacity of joint of the truss made by typical blueprints 1.460.3-14KM

#### Resume

This article reviews the different approaches in estimate of load capacity of the welded joints in steel truss made from rectangular hollow sections. The load capacity calculated accordingly by Russians code does not consider some aspects that could be faced in designing of steel trusses made from rectangular hollow sections. Especially it does not certainly point, in case when into joint one brace element is compressed and other does not care load, should joint be considered as a K-joint or a Y-joint type. The difference in load capacity between K and Y-joints with compress brace member is more than 30 %. These limitations could have caused collapse roof elements in some parts of building of warehouse «Biek-tau» that has place in Kazan suburbs in 2011. Also computational researching with engineering software was held it has shown that in this truss the moderate joints inside non moment zone (joints near center of span) should be considerate as Y-joint type despite the shape of joint which looks like a K-joint type.

**Keywords:** rectangular hollow sections, K-joint, Y-joint, the load capacity of the joints.

#### References

1. Codes SP 16.13330.2011. Steel structures. – М., 2011. – 173 p.
2. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-8: EN 1993-1-8 Design of joints. ICS 91.010.30.
3. Packer J.A., Wardenier J., Zhao X.-L., G.J. van der Vegte and Kurobane Y. Construction with hollow steel sections. Design Guide for rectangular hollow section (RHS) joints under predominantly static loading. CIDECT, 2009. – 156 p.

УДК.624.014:624.074.4

**Салахутдинов М.А.** – аспирант

E-mail: lider-kazann@yandex.ru

**Кузнецов И.Л.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuz377@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### Повышение эффективности раскладки профилированного настила в покрытиях многопролетных зданий

#### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности применения профилированного стального настила в покрытиях многопролетных зданий. Предлагается двухконсольная укладка профилированного настила с оптимальной величиной консоли. Приводятся результаты экспериментальных и численных исследований дисковой жесткости настила с различной величиной нахлеста консольных участков. Разработана конечно-элементная модель, которая может быть использована в реальных расчетах дисковой жесткости настилов при его консольной укладке и произвольных размеров блока покрытия.

**Ключевые слова:** профилированный настил, оптимальная двухконсольная раскладка настила, экспериментальные, численные исследования дисковой жесткости.

В работах [1, 2, 3, 4] раскрываются вопросы повышения эффективности строительства многопролетных зданий, торгово-развлекательных центров, логистических комплексов с применением легких металлических конструкций. Такими вопросами, обеспечивающими повышение эффективности рассматриваемых зданий, являются разработка новых конструктивных форм [1, 2], оптимизация их параметров [3] и рациональное использование стального профилированного настила [4]. В настоящей статье рассматриваются вопросы повышения эффективности применения стального профилированного настила.

Эффективность применения стального профилированного настила решается с позиций разработки новых способов его раскладки и обеспечения дисковой жесткости. В статье предлагается вместо обычной многопролетной раскладки применять консольную, в частности, двухконсольную раскладку настила, схема которой приведена на рис. 1.

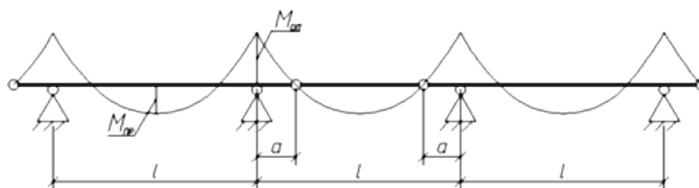


Рис. 1. Схема двухконсольной раскладки настила с эпурой изгибающих моментов

Учитывая, что профилированный настил имеет не симметричное сечение, предложено в целях оптимального распределения усилий и снижения его массы величину консоли находить из условия равенства напряжений в опорном ( $\sigma_1 = \frac{M_{on}}{W_1}$ ) и пролетном ( $\sigma_2 = \frac{M_{np}}{W_2}$ ) сечениях:

$$a = \frac{l \cdot (\lambda - \sqrt{\lambda^2 - \lambda})}{4},$$

где  $l$  – основной пролет настила;  $\lambda = \left(\frac{W_2}{W_1} + 1\right)$  – коэффициент, выражающий отношение моментов сопротивления несимметричного по высоте профилированного настила при сжатых узких полках ( $W_1$ ) и при сжатых широких полках ( $W_2$ ).

Раскладка настила по предлагаемой схеме показывает, например, что при настиле Н75-750-0.8 и с консолью  $a=0,144l$  обеспечивается экономия стали до 33 % в сравнении с многопролетной раскладкой. При этом достигается равенство опорных реакций в сравнении с аналогом, в котором опорные реакции отличаются до 10 %, что отражается на расходе стали на несущие конструкции.

При раскладке настила по предложенной двухконсольной схеме возникают вопросы дисковой жесткости настила, которая имеет большое значение в обеспечении пространственной жесткости каркаса и снижении расхода стали на связи. Для изучения этого вопроса проведены экспериментальные и численные исследования.

Проведение экспериментальных исследований выполнялось на специальной установке, включающей в себя стальную раму 1, собранную из четырех швеллеров № 12 (рис. 2). В узлах соединения швеллеров между собой установлены шарниры 2. Один швеллер жестко прикреплен к силовому полу, а параллельный ему швеллер установлен на катковые опоры 7. К швеллеру, установленному на катковые опоры 7, подсоединен гидроцилиндр 5. Для исключения горизонтальных перемещений гидроцилиндра 5 дополнительно установлен упор 4, жестко прикрепленный к силовому полу. Гидроцилиндр 5 подключен к насосной станции 6, которая снабжена манометром с ценой деления 38,47 кг. На стальную раму укладывается стальной профилированный настил марки Н153-840-1.5 и закрепляется по периметру самосверлящими винтами 6,3x25 мм, а между собой комбинированными заклепками диаметром 5 мм, установленными с шагом 300 мм. На выступающей части нижней полки профилированного настила по направлению действия гидроцилиндра устанавливается прогибомер дистанционного типа с ценой деления 0,1 мм. Для определения величины раскрытия соединения листов настила в зоне нахлеста на верхние полки профилированного настила устанавливаются индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. При приложении нагрузки к собранному фрагменту покрытия размером 2,5x3 м регистрировалась величина прикладываемого сосредоточенного усилия, перемещение блока в месте приложения нагрузки и величина поперечных деформаций соединения листов настила в зоне нахлеста. Принципиальная схема рамы приведена на рис. 2. А общий вид собранной экспериментальной установки показан на рис. 3.

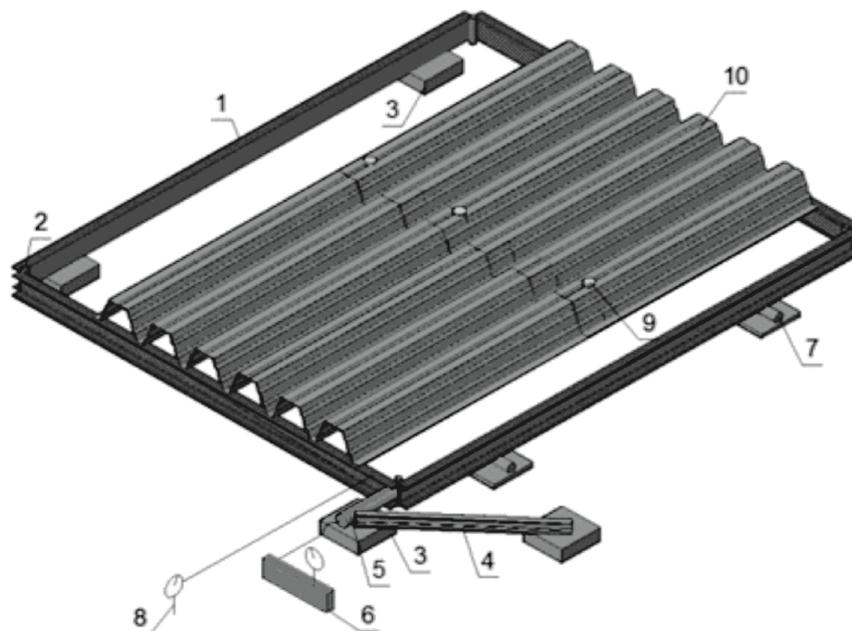


Рис. 2. Схема испытательной установки: 1 – металлическая рама из четырех швеллеров; 2 – шарниры; 3 – жесткое крепление к силовому полу; 4 – упор; 5 – гидравлический цилиндр; 6 – насосная станция; 7 – катковые опоры; 8 – прогибомер дистанционного типа; 9 – индикатор часового типа; 10 – профилированный настил Н153-840-1.5



Рис. 3. Общий вид экспериментальной установки с профилированным настилом

Нагружение выполнялось ступенями с шагом в 400 кг и выдержкой по 15-20 мин. Испытания проводились в несколько этапов при различной раскладке настила. Вначале был испытан блок размерами 2,5х3 м с листами без нахлеста, затем испытывались варианты с нахлестами 200, 300, 400 мм в середине блока. Результаты испытания приведены на рис. 4-5.

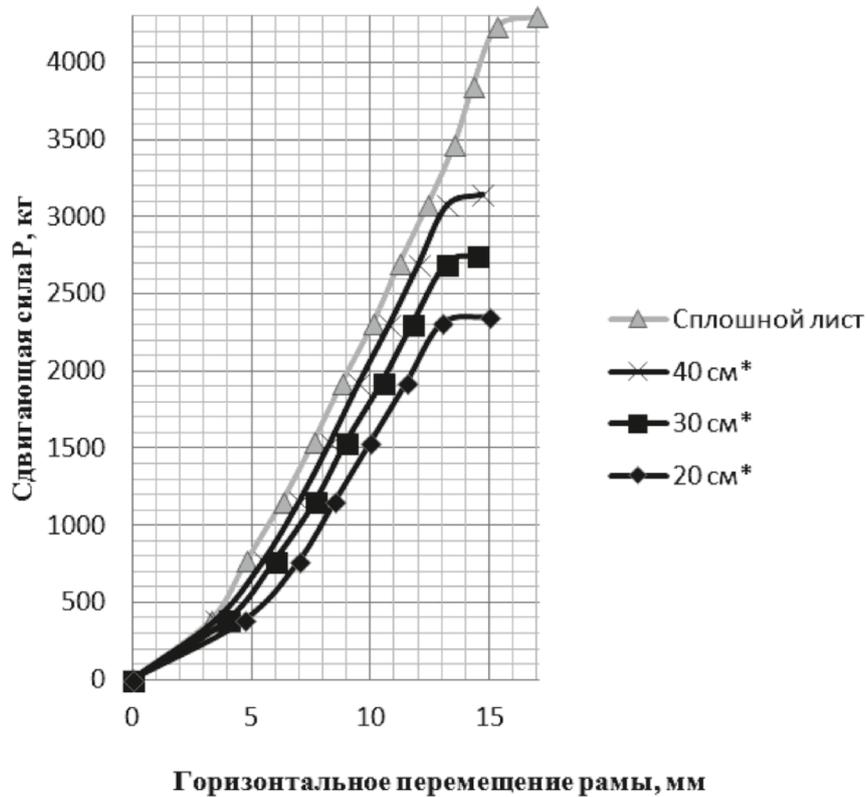


Рис. 4. Графики зависимости горизонтальных перемещений рамы от сдвигающей силы при различной раскладке настила: \* – размеры нахлеста листа в середине блока

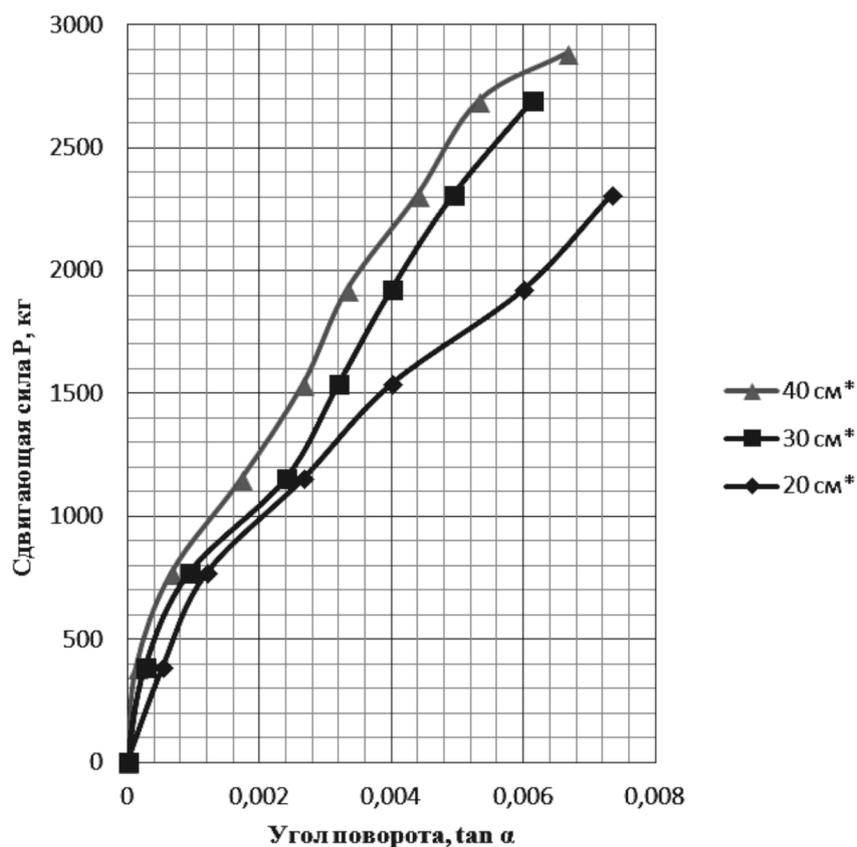


Рис. 5. График зависимости угла поворота листов настила в зоне нахлеста от сдвигающей силы:  
\* – размеры нахлеста листа в середине блока

Численные исследования заключались в отработке конечно-элементной модели, позволяющей, используя программный комплекс «Ansys», определять фактическое напряженно-деформированное состояние диска жесткости профилированного настила при различной величине нахлеста консольных участков. Профилированный настил марки Н153-840-1.5 и опорная конструкция из прокатного швеллера № 12 моделируются объемно-конечными элементами. Крепление стального настила к опорной раме и между собой в зоне нахлеста осуществляется самосверлящими винтами диаметром 6,3 мм, моделированными объемно-конечными элементами. Контакт поверхностей настила с рамой и между собой моделировался по типу «frictional» с коэффициентом трения в пределах от 0,3 до 0. Податливость саморезов моделировалась контактом типа «bonded» с коэффициентом податливости в пределах от 1 до 0. Саморезы устанавливаются по периметру, а также в середине нахлеста в каждой волне. Вдоль длинной стороны к раме прикладывается горизонтальная нагрузка. В результате расчета вычисляются общие перемещения рамы и эквивалентные напряжения. Расчеты проводятся для блока со сплошным настилом и блока с настилом с величиной нахлеста 20 см, 30 см, 40 см. Деформированная схема настила и результаты расчетов на ПК «Ansys» приведены на рис. 6-7. Значения перемещений настила от сдвигающей силы при различной величине нахлеста и коэффициенте трения 0,03 и коэффициенте податливости 0,01 приведены на рис. 8.

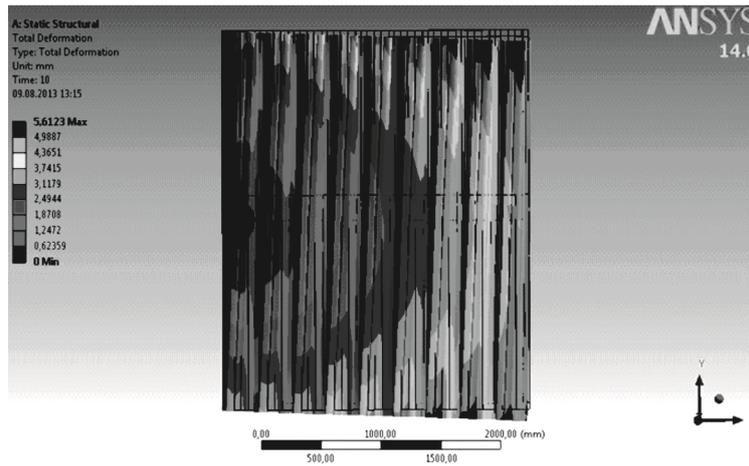


Рис. 6. Общая деформированная схема настила (вид сверху)

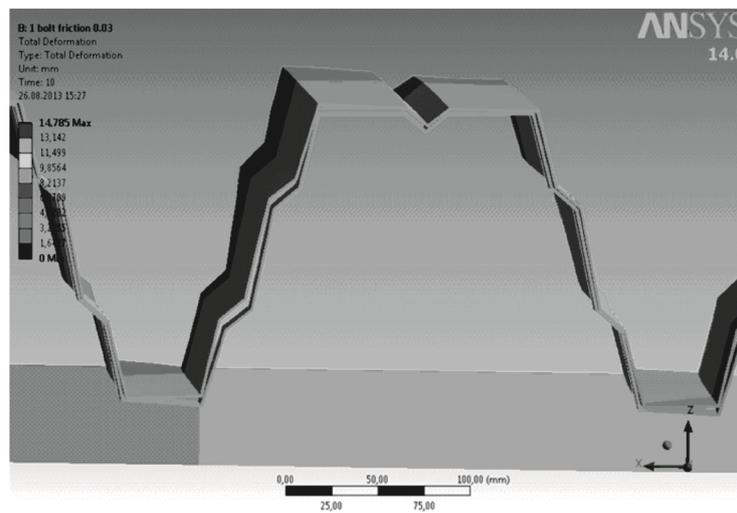


Рис. 7. Деформированная схема участка настила (сечение в зоне нахлеста)

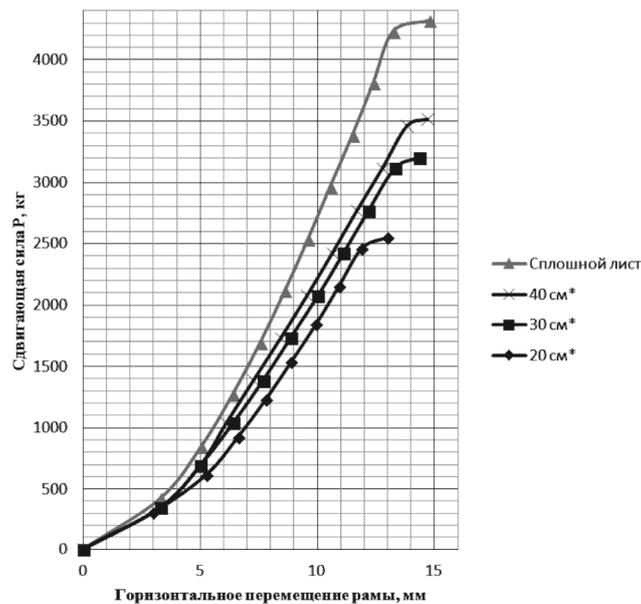


Рис. 8. Графики зависимости горизонтальных перемещений рамы от сдвигающей силы при различной раскладке настила: \* – размеры нахлеста листа в середине блока

Сравнение экспериментальных горизонтальных перемещений (рис. 4) с данными, полученными в результате компьютерного моделирования, показали хорошую сходимость (не более 5 %), если в расчете использовать коэффициент трения 0,03 и коэффициент податливости 0,01. Дополнительные расчеты дисковой жесткости при различных размерах блоков и двухконсольных схем показали хорошие результаты.

#### **Выводы:**

1. Проведенные исследования показывают, что консольная укладка профилированного настила позволяет получить значительную экономию стали до 33 %.

2. Экспериментом установлено, что наличие консольных участков и нахлеста настила приводит к снижению дисковой жесткости и для практики можно рекомендовать нахлест  $1,8-2,3h$ , где  $h$  – высота гофра настила.

3. Рекомендованная конечно-элементная модель, реализуемая в ПК «Ansys» при коэффициентах трения 0,03 и податливости 0,01, позволяет достаточно точно моделировать напряженно-деформированное состояние и может быть использована в реальных расчетах дисковой жесткости настилов при его консольной укладке и произвольных размеров блока покрытия.

#### **Список литературы**

1. Кузнецов И.Л., Салахутдинов М.А., Гимранов Л.Р. Новые конструктивные решения стальных каркасов легких многопролетных зданий // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 88-92.
2. Салахутдинов М.А., Кузнецов И.Л. Оптимизация параметров нового конструктивного решения стального каркаса многопролетного здания // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). – С. 94-98.
3. Стальной каркас одноэтажного многопролетного здания: пат. 2476647 Рос. Федерация. № 2011119389/03; заявл. 20.11.2012; опубл. 27.02.2013, Бюл. № 6. – 3 с.
4. Гимранов Л.Р. Пространственная жесткость одноэтажных многопролетных легких зданий с применением профилированного настила с увеличенной высотой гофра... дисс. канд. техн. наук. – Казань, 2010. – 171 с.

**Salakhoutdinov M.A.** – post-graduate student

E-mail: lider-kazann@yandex.ru

**Kuznetsov I.L.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: kuz377@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

#### **Improving the efficiency of the layout profiled sheeting in the covers of multi-span buildings**

#### **Resume**

At present, in construction of buildings of light steel structures corrugated steel decks are widely used as a supporting and protecting element of coating. With realization of the building of profiled steel deck its efficiency is largely determined by the scheme of laying. Developed measures to improve efficiency of the profiled steel sheeting in the coatings of light single-story multi-span buildings. The paper proposes to use console layout, in particular, the dual console layout of flooring, which leads to cost on profiled steel decking up to 33 %. The deck layout for the proposed dual console arrangement raises the questions of disc stiffness deck, which is important in ensuring the spatial rigidity of the frame. To study this question experimental and numerical researches were carried out. It was established experimentally that the console areas and overlap deck existence reduces the disk stiffness and for the practical use the overlap of  $1,8-2,3 h$  is recommended, where  $h$  is the height of the corrugation of deck. Based on numerical researches finite-element model on PC «Ansys» was developed with coefficients of friction of

0,03 and 0,01 pliability, which allows to model the stress-strain state and can be used in the real calculations of disk stiffness of deck at his console laying and arbitrary block sizes of cover.

**Keywords:** steel deck, flooring optimal dual console layout, experimental, numerical researches of disk stiffness.

### References

1. Kuznetsov I.L., Salakhutdinov M.A., Gimranov L.R. New structural solutions of steel frames of light multispans buildings // News of the KSUAE, 2011, № 1 (15). – P. 88-92.
2. Salakhutdinov M.A., Kuznetsov I.L. Optimization of the parameters of a new structural solution of steel frame of multispans building // News of the KSUAE, 2012, № 2 (20). – P. 94-98.
3. One-story steel frame building multispans: the patent 2476647 Russian Federation. № 2011119389/03; It is declared 20.11.2012; it is published 27.02.2013. The bullet in № 6. – 3 p.
4. Gimranov L.R. The spatial rigidity of multi-span single-storey buildings with a light application of profiled sheeting with increased height of corrugation: diss. Candidate. tehn. Science. – Kazan, 2010. – 171 p.



УДК 624.138.232.1004.17:551.448

**Вагапов Р.Р.** – инженер

E-mail: Lsf\_ps@mail.ru

**ГУП институт «БашНИИСтрой»**

Адрес организации: 450064, Россия, г. Уфа, ул. Конституции, д. 3

### **Определение расчетной формы сводов в цементированной грунтовой толще над карстовой полостью**

#### **Аннотация**

Целью работы являлось исследование процесса образования сводов в цементированной грунтовой толще над карстовой полостью. Для этого анализировались результаты численных и модельных исследований.

На основании сопоставления результатов подтверждена возможность определения границ вероятной области обрушения грунтов над карстовой полостью как геометрического места точек, в которых выполняется условие прочности Мора-Кулона.

Установлено, что поверхность сдвига при образовании свода обрушения в укрепленном массиве грунта над полостью имеет форму боковой поверхности цилиндра.

**Ключевые слова:** численные исследования, цементированные грунты, карстовая полость.

Механизм карстового провала чрезвычайно сложный процесс, зависящий от большого числа естественных и искусственных факторов, различных по своей природе. На механизм провала оказывают большое влияние региональные особенности той или иной закарстованной территории, изменяющиеся (иногда весьма существенно) как во времени (климатические условия), так и в пространстве (геологическое строение).

Одним из наиболее эффективных карстозащитных мероприятий является цементация грунтов покрывной толщи над карстующимися породами. Проекты противокарстовой цементации основания разрабатываются на основании действующих нормативных документов, в которых рекомендован тампонаж полостей и всей толщи карстующихся грунтов. Однако в практике достаточно часто эти толщи достигают значительных размеров (15-20 м) и цементация их на всю глубину до монолитных скальных грунтов, в которых карстовые полости не образуются, не представляется возможным в связи с существенным удорожанием строительства и технологическими проблемами цементации и контроля на больших глубинах. Поэтому актуальными являются исследования, направленные на снижение объемов цементации, обеспечивающей требуемый нормами уровень защиты зданий от разрушения при образовании карстовых полостей в карстующихся грунтах.

Результаты численных исследований напряженно-деформированного состояния искусственно укрепленного основания фундаментов над карстовой полостью в карстующихся грунтах [1] позволили установить, что наиболее эффективно устройство укрепленного цементацией массива грунта на кровле карстующихся грунтов. При этом дополнительные деформации в основании фундаментов при образовании карстовой полости в карстующихся грунтах минимальны, а обрушение грунта в карстовую полость не допускается при условии достаточной прочности и мощности цементированных грунтов над полостью.

Расчетный прогноз возможности обрушения грунта в карстовую полость основан, как правило, на классическом представлении о распределении напряжений и механизме образования сводов над карстовыми полостями. Свод над полостью в равновесном состоянии (до момента его обрушения) можно рассматривать как область повышенных напряжений и деформаций, размер которой определяется прочностными и деформационными характеристиками грунтов. При цементации слоя грунта определенной мощности над карстующимися грунтами, в которых геологами прогнозируется рост полости, эта область зависит от мощности и характеристик цементированных грунтов, а также от максимально прогнозируемого размера полости за нормативный срок эксплуатации здания и от нагрузок от здания.

Состояние процесса обрушения характеризует превышение граничных значений растягивающих и сжимающих напряжений вокруг полости, которые могут быть получены из кругов напряжений Мора, поэтому границы области повышенных напряжений и образования сдвиговых деформаций могут быть определены с использованием условия прочности по Мору-Кулону, приняв его как граничное условие течения породы и ее обрушения. Таким образом, границы возможной области обрушения определяются как геометрическое место точек, в которых соблюдается условие прочности по Мору-Кулону:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = (\sigma_1 + \sigma_3) \sin \varphi' + 2c' \cos \varphi' \quad (1)$$

Для подтверждения возможности определения высоты свода по условию прочности Мора-Кулона были выполнены численные исследования, результаты которых сопоставлялись с результатами экспериментальных модельных исследований для выявления механизма карстовых деформаций в водонасыщенных грунтах при обрушении кровли полости, проведенных в Дзержинской Карстовой лаборатории [2].

В эксперименте [2] проведен анализ исследований по основным свойствам водонасыщенных грунтов и закономерностям их деформаций. Проведена серия экспериментов по выявлению влияния влажности грунтов, а соответственно и их физико-механических характеристик на очертания сводов в этих грунтах над карстовыми полостями. В первом этапе исследований проведен эксперимент по выявлению закономерностей деформаций водонасыщенных грунтов под действием силы тяжести. Для эксперимента выбраны критерии подобия, основным из которых является критерий Фруда. На втором этапе изучался механизм деформации не водонасыщенных пород над карстовой полостью, в частности, характер сводообразования. При этом применялся также метод эквивалентных материалов с некоторой модификацией его для случая моделирования сдвижения грунтов с незначительным сцеплением (пески).

Экспериментальными модельными испытаниями в плоском стенде 190x150x16 см (рис. 1) были получены очертания сводов обрушения для различных характеристик экспериментального грунта и определена высота свода для разных значений диаметра полости. Для моделирования полости в нижней части стенда установлена камера, в которую помещены 2 штока, позволяющие при раздвижке создавать различную ширину полости.

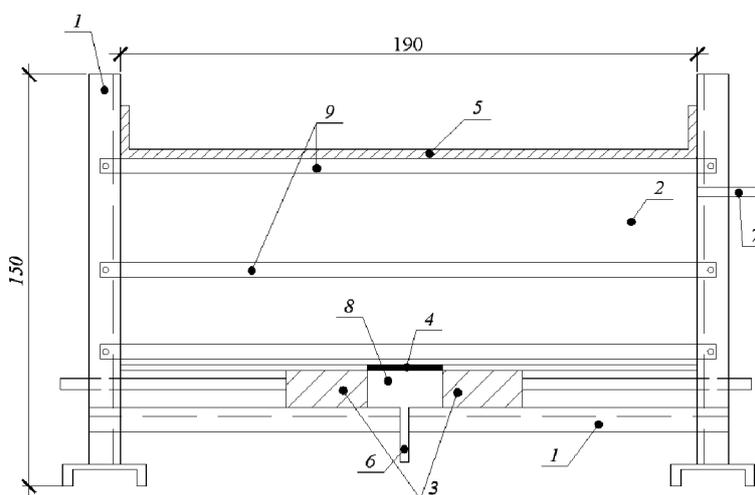


Рис. 1. Схема плоского стенда: 1. Швеллер. 2. Органическое стекло. 3. Бруски со стрежнями. 4. Крышка. 5. Скоба. 6. Сливная труба. 7. Труба, через которую производят заполнение водой модели. 8. Имитирующая полость. 9. Уголки жесткости.

В качестве экспериментального грунта использован песок с разной степенью влажности. Из физико-механических характеристик рыхлых водонасыщенных грунтов наиболее важное значение имеют силы внутреннего трения и в меньшей степени сцепления. Угол внутреннего трения ( $\varphi$ ) песков практически не зависит от влажности

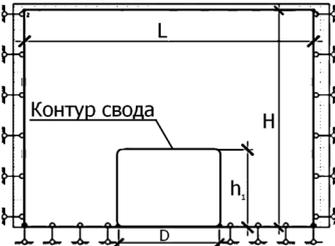
породы, но способен резко снижаться при уменьшении ее плотности. Сцепление рыхлых водонасыщенных грунтов в отличие от угла внутреннего трения существенно зависит от влажности. Благодаря этим свойствам пески подходят для моделирования грунтов различной природы в экспериментах. Мощность песка в стендах составляла 0,9 м. Укладка проводилась с послойным (0,1 м) чередованием трамбовки и рыхления. Разрыхление песка обеспечивало его сцепление с вышележащим слоем.

Имитация развития полости на модели проводилась путем быстрого (мгновенного) извлечения деревянных брусков, уложенных в основании стенда. Ширина полости при этом составляла 33 см.

Физико-механические характеристики грунта представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Обоснование применения критерия прочности «Мора-Кулона»  
для определения формы «сводов» разрушения над полостью**

Численное исследование (Plaxis 2D)			Расчетная схема	Физическое моделирование (плоский стенд)		
Характеристики расчетной модели		Результат		Результат	Характеристики физической модели	
Грунты	Размеры	H <sub>1</sub> /D		H <sub>1</sub> /D	Размеры	Грунты
$\gamma=18 \text{ кН/м}^3$ , $E=1100 \text{ кН/м}^2$ , $c=2 \text{ кН/м}^2$ , $\varphi=26^\circ$	D=3 м, H=8 м, L=42 м	0,63		0,66	D=33 см H=90 см L=195 см	$\gamma=18 \text{ кН/м}^3$ , $E=1100 \text{ кН/м}^2$ , $c=2 \text{ кН/м}^2$ , $\varphi=26^\circ$ , w=18 %
	D=6 м, H=16 м, L=42 м	0,66		0,75		
	D=10 м, H=27 м, L=42 м	0,65		0,8		
D=3 м, H=8 м, L=42 м	1	1,2		$\gamma=18 \text{ кН/м}^3$ , $E=2800 \text{ кН/м}^2$ , $c=6 \text{ кН/м}^2$ , $\varphi=34^\circ$ , w=14 %		
D=6 м, H=16 м, L=42 м	1,2	1,2				
D=10 м, H=27 м, L=42 м	1	1,1				

Численное исследование было выполнено в программном комплексе Plaxis 2D, используя модель Мора-Кулона, на основании расчетной модели, подобной по размерам и характеристикам проведенному эксперименту в плоском стенде [2]. При этом размер расчетной области модели L определен из условия отсутствия влияния его на результаты расчета при дальнейшем увеличении более L, а значения H и D подобраны из соотношений теории подобия. Все размеры расчетной области модели и значения расчетных характеристик грунта сведены в табл. 1. В результате выполненного численного исследования для заданных исходных данных (табл. 1) определено геометрическое место точек, в которых соблюдается условие прочности по Мору-Кулону (1) и получено значение высоты свода разрушения H<sub>1</sub>, а также отношение высоты свода разрушения H<sub>1</sub> к диаметру карстовой полости D.

Расчетные значения отношения высоты свода разрушения H<sub>1</sub> к диаметру карстовой полости D сравнивались с экспериментальными. Результаты сравнения представлены в табл. 1, из которого следует, что расхождение полученных значений не превышает 20 %.

Таким образом, на основании сопоставления результатов численных и экспериментальных исследований подтверждена возможность определения границ вероятной области обрушения грунтов над карстовой полостью как геометрического места точек, в которых выполняется условие прочности Мора-Кулона.

С использованием данного подхода выполнены численные исследования механизма разрушения цементированного грунта основания фундамента над карстовой полостью и определены размеры сводов обрушения при условии варьирования исходных данных. Расчеты выполнены в программном комплексе «PLAXIS 3D Foundation». Границы вероятной области обрушения цементированных грунтов над карстовой полостью определялись геометрическим местом точек Мора-Кулона в сечениях над карстовой полостью по мере удаления от нее (табл. 2).

При определении варьируемых исходных данных использованы результаты исследований процессов разрушения грунтов над карстовыми полостями, опубликованные в научной литературе, что позволило выделить параметры, в большей степени влияющие на размеры вероятных областей обрушения грунтов. Это диаметр карстовой полости в карстующихся грунтах (D), прочностные и деформационные характеристики грунтов над карстовой полостью (E, c, φ) и глубина расположения карстующихся грунтов (H). Учитывая результаты исследования закрепленных цементацией массивов над карстовыми полостями, полученные авторами [1], дополнительно к перечисленным параметрам варьировалась мощность укрепленных цементацией грунтов (h). В выполненном численном исследовании перечисленные исходные данные варьировались в следующих диапазонах: диаметр карстовой (D) полости – 6, 10, 15, 20 м, характеристики природных и варианты укрепленных цементацией грунтов приведены в табл. 3, глубина расположения слоя карстующихся грунтов (H) – 33 м, 20 м, мощность укрепленных цементацией грунтов (X) – 4 м, 10 м.

Таблица 2

Определение геометрического места точек Мора-Кулона

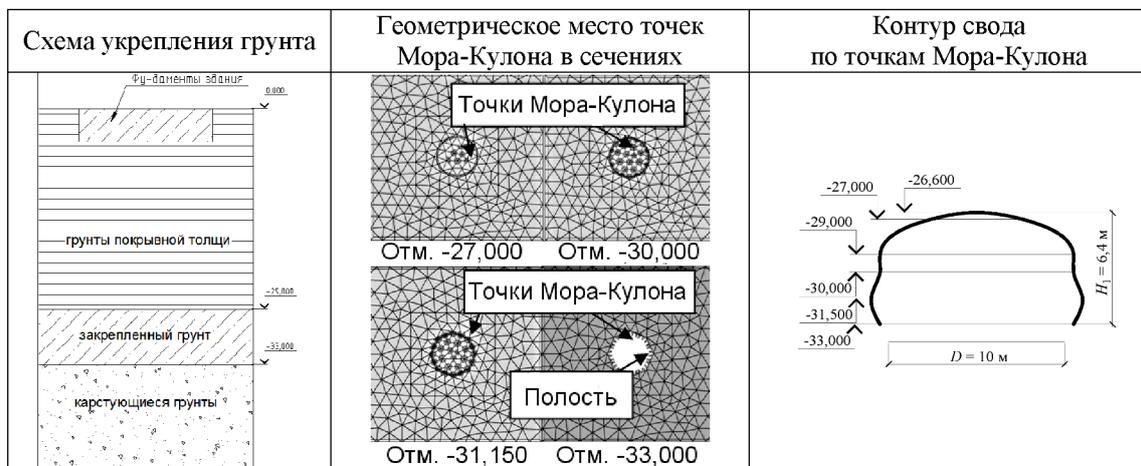


Таблица 3

Характеристики используемых грунтов

	Природные грунты	Укрепленные грунты № 1	Укрепленные грунты № 2	Укрепленные грунты № 3
Объемный вес, $\gamma$	19,9 кН/м <sup>3</sup>	20 кН/м <sup>3</sup>	20 кН/м <sup>3</sup>	20 кН/м <sup>3</sup>
Модуль деформации, E	10 мПа	30 мПа	30 мПа	30 мПа
Удельное сцепление, c	30 кН/м <sup>2</sup>	50 кН/м <sup>2</sup>	75 кН/м <sup>2</sup>	100 кН/м <sup>2</sup>
Угол внутр. трения, φ	25°	35°	35°	35°

Анализ выполненных расчетов производился путем построения границ вероятной области обрушения. Пример такого построения для карстовой полости D=10 м изображен на рис. 2, в результате определены высота вероятного свода обрушения грунта над полостью (H<sub>1</sub>) и форма обрушения (цилиндр (Ц) или конус (К)). Эти результаты представлены в табл. 4.

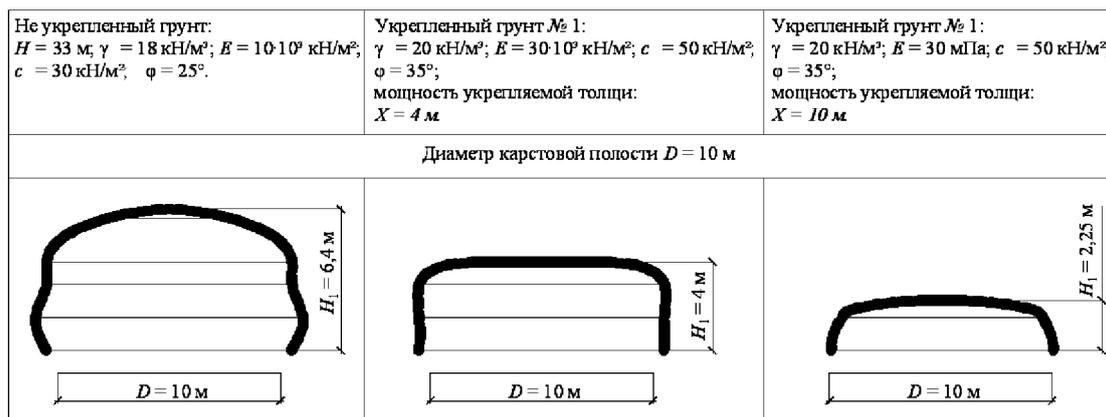


Рис. 2. Исследование формы «сводов» разрушения в основании укрепленного массива над карстовой полостью (Plaxis 3D Foundation)

Таблица 4

**Высота свода ( $H_1$ ) и форма обрушения**

Мощность укрепленного цементацией грунта, X, м	Диаметр карстовой полости D, м	Высота свода обрушения ( $H_1$ )				Форма Обрушения
		Природный грунт*	Укрепленный грунт № 1*	Укрепленный грунт № 2*	Укрепленный грунт № 3*	
4	6	3/-**	-/-	-/-	-/-	(Ц)
	10	6,4/7	4/2	2,25/-	2,25/-	(Ц)
	15	16,56/11	16/6	8,8/3	6,58/1	(Ц)
	20	33/16	24/14	24,2/10	20,4/3	(Ц)
10	6	3/-**	-/-	-/-	-/-	(Ц)
	10	6,4/7	2,25/-	-/-	-/-	(Ц)
	15	16,56/11	8,98/4	4,1/1	-/-	(Ц)
	20	33/16	9,25/10	4,9/4	3,9/-	(Ц)

\* Характеристики грунтов (табл. 3). \*\*Числитель –  $H=33 \text{ м}$ , знаменатель –  $H=20 \text{ м}$ , прочерк – обрушение грунта не происходит

Анализ полученных результатов позволяет заключить следующее:

1. Высота вероятной области обрушения природного грунта над полостью в 1,5-8 раз превышает высоту области обрушения при условии искусственного укрепления грунта цементацией на кровле карстующихся грунтов.
2. При увеличении прочностных характеристик и мощности укрепленных грунтов над полостью высота вероятной области обрушения снижается.
3. Поверхность сдвига при образовании свода обрушения в укрепленном массиве грунта над полостью имеет форму эллиптического параболоида, при этом близок по форме к эллиптическому цилиндру.

**Выводы:**

1. Определено, что высота вероятной области обрушения природного грунта над полостью в 1,5-8 раз превышает высоту области обрушения при условии искусственного укрепления грунта цементацией на кровле карстующихся грунтов.
2. Сопоставлением модельного эксперимента с численным подтверждена возможность использования условий прочности Мора-Кулона в математическом моделировании процесса образования области обрушения (сводов) грунта над карстовой полостью.
3. Поверхность сдвига при образовании свода обрушения в укрепленном массиве грунта над полостью имеет форму эллиптического параболоида, при этом близка по форме

к эллиптическому цилиндру. В связи с этим для расчета мощности цементированного грунта над карстовой полостью [1] возможно допустить, что поверхность сдвига при образовании свода обрушения принимает форму эллиптического цилиндра.

### Список литературы

1. Готман Н.З., Вагапов Р.Р. Определение мощности закрепленного массива из условия прочности цементированного грунта над карстовой полостью // Численные методы расчетов в практической геотехнике: сборник статей международной научно-технической конференции / СПбГАСУ. – СПб., 2012. – С. 331-336.
2. Толмачев В.В., Давыдко Р.Б. Экспериментальные исследования деформаций рыхлых водонасыщенных пород над карстовыми полостями в связи со строительством на сильно закарстованных территориях. Научный отчет / Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве. – Дзержинск: ПНИИС, 1977. – 133 с.

**Vagapov R.R.** – engineer

E-mail: Lsf\_ps@mail.ru

**GUP Institute «BashNIStroy»**

The organization address: 450064, Russia, Ufa, Konstituzii st., 3

### Determination of design form of the vaults in cemented soil mass above the karst cavity

One of the most efficient karst protective measures is soil cementation of cover mass above the karsting soils. But in practice, the total stabilization of the whole soil mass is often demanded. That's why, investigations are actual to decrease cementation volumes, which keep the level of buildings failure protection while karst cavities formation in karsting soils in line with existing Codes.

The purpose of the work is investigation of the process of vaults formation in cemented soil mass above the karst cavity. For that, results of numerical and model investigations have been analyzed.

Based on comparison of numerical and model experiments, the possibility of use of Coulomb condition of stability in mathematical modeling of the process of soil failure (vaults) above the karst cavity is confirmed.

The shear plane while failure vaults formation in cemented soil mass above the cavity is stated to have the elliptical-paraboloid form similar to elliptical cylinder. In this case, to calculate the cemented soil thickness above the karst cavity, the shear plane while failure vault formation can be assumed to have the form of elliptical cylinder.

**Keywords:** karsting soils, cement-bound soils, karst cavity, numerical investigations.

### References

1. Gotman N.Z., Vagapov R.R. Determination of stabilized soil mass thickness from strength condition of cemented soil above the karst cavity // Numerical design methods in practical geotechnical engineering: Proceedings of International Scientific Conference / SPbGASU. – SPb., 2012. – P. 331-336.
2. Tolmachev V.V., Davydko R.B. Experimental investigations of deformations of water saturated loose above the karst cavity when construction on the areas with karst risk. Scientific report / Production and scientific-research Institute on survey investigation in construction. – Dzerzhinsk: PNIIS, 1977. – 133 p.



УДК 532.5:621.9.044

**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

**Багoutдинова А.Г.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: bagoutdinova@rambler.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Выбор математической модели для описания теплового процесса лазерной сварки пружинно-витых каналов**

#### **Аннотация**

Данная статья посвящена выбору математической модели описания теплового процесса лазерной сварки для производства пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов, которые являются базовым элементом высокоэффективных кожухотрубчатых теплообменных аппаратов нового поколения. Предлагаемая математическая модель основывается на решении уравнения теплопроводности Фурье. Приведены выражения и обоснование их выбора для построения термических циклов сварки тонких пластин линейным быстродвижущимся источником тепла.

**Ключевые слова:** лазерная сварка, термический цикл, математическая модель, быстродвижущийся линейный источник.

Прямой пружинно-витой канал представляет собой пружину круглого сечения, витки которой жестко соединены между собой. Одним из возможных вариантов процесса получения таких каналов является технология плотной намотки проволоки на оправку с последующим объединением витков наматываемой проволоки между собой при помощи лазерной сварки.

Лазерная сварка обладает рядом неоспоримых преимуществ:

- высокая производительность сварочного процесса;
- малые зоны термического влияния;
- снижение времени теплового воздействия на деталь и, как следствие, уменьшение внутренних напряжений;
- возможность управления параметрами лазерного излучения в широком диапазоне значений.

Однако, несмотря на преимущества, лазерная сварка требует повышения стабильности, управляемости процесса. Сложность физических процессов, протекающих в расплаве сварочной ванны, образованной воздействием лазерного излучения, затрудняет опытное изучение данного процесса.

Стабильность процесса лазерной сварки, качество сварного шва напрямую зависят от правильности выбора режимов лазерной обработки. Подбор режимов обработки материалов лазерным излучением, в частности лазерной сварки, является трудоёмким процессом, так как требует проведения большого количества экспериментов.

Параметры режима обработки могут быть достаточно точно и сравнительно недорого получены путем математического моделирования технологического процесса. Моделирование физических процессов лазерной сварки позволяет ускорить решение задачи получения оптимальных режимов обработки за счет использования вычислительной техники. Также математическое моделирование сокращает затраты на выполнение опытных работ.

При воздействии сварочного источника в металле возбуждаются процессы тепло- и массопереноса, которые определяют изменение структуры металла, фазовые переходы и динамику напряженно-деформационного состояния [1].

Основными параметрами теплового процесса при сварке являются температура  $T$  ( $x, y, z, t$ ) и плотность мощности концентрированного источника энергии  $q$  ( $x, y, z, t$ )

(электрической дуги, потока электронов, излучения лазера, низкотемпературной плазмы, газового пламени и т.д.). Параметры  $T$  и  $q$  распределены в пространстве, заданном декартовыми координатами  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , и во времени  $t$ , поэтому процесс теплопереноса является системой с распределенными параметрами.

В теории сварочных процессов разработаны методы расчета, основанные на решении прямой задачи теплопроводности. Вычислительный эксперимент над решением прямой задачи позволяет построить распределение температуры в пространстве и во времени при заданном источнике нагрева. Модель источника строится в соответствии с выбранной схемой, а выбор режима сварки ограничивается набором расчетных схем источника.

Математической моделью теплового процесса является уравнение теплопроводности с соответствующими начальными и граничными условиями. Начальные условия задаются в виде распределения температуры в заданный момент времени, чаще при  $t=0$ . В качестве граничных условий задаются либо температура на границах рассматриваемой области тела (граничные условия первого рода), либо тепловой поток (граничные условия второго рода).

В качестве системы координат наиболее часто используются линейная (декартова), цилиндрическая или сферическая системы координат. Выбор системы координат определяется формой тела, его размерами и характером действия концентрированного источника энергии. Для тел вращения используют цилиндрическую систему координат, для прочих тел – линейную.

Размерность математической модели определяется количеством пространственных переменных, вдоль которых рассматривается процесс теплопереноса и время. Выбор размерности модели определяется требуемой точностью, временем расчета, располагаемыми вычислительными ресурсами и математическим описанием тела.

В данном случае необходимо рассматривать тепловой процесс при стыковой сварке тонкостенных цилиндров быстро движущимся источником, с мощностью, равномерно распределенной по толщине свариваемых деталей. Начало системы координат находится на пересечении оси луча лазера с верхней точкой стыка двух тонкостенных цилиндров. Луч лазера движется со скоростью сварки по направлению оси  $x$ .

В математической модели процессы теплопереноса при сварке описываются квазистационарным уравнением теплопроводности, а теплообмен с окружающей средой и металлом – различными нелинейными граничными условиями.

С целью упрощения решения поставленной задачи в математическом моделировании сварочных процессов применяют схемы нагрева тела: бесконечное или полубесконечное тело, бесконечная или полубесконечная пластина, плоский слой, бесконечный или полубесконечный стержень.

Источники тепла, встречающиеся в практических случаях сварки, также разнообразны. Их классифицируют по следующим признакам [1]:

- по признаку распределенности: сосредоточенные (точечный, плоский, объемный) и распределенные (по определенному закону ввода тепла в изделие) источники тепла;
- по времени действия: мгновенно и непрерывно действующие;
- по расположению относительно рассматриваемой точки во времени: неподвижные, подвижные, быстро движущиеся источники тепла.

Для тела цилиндрической формы это уравнение теплопроводности необходимо преобразовать в пространстве цилиндрических координат  $r$ ,  $\theta$ ,  $z$ .

При сварке кольцевого соединения цилиндрических деталей подвижным сварочным источником, перемещающимся вдоль стыка кольцевого соединения со скоростью  $V$  (рис. 1), математической моделью теплового процесса является неоднородное дифференциальное уравнение в частных производных [2]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left( \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} \right) - \frac{V}{r} \frac{\partial T}{\partial \theta} + \frac{q}{C_v}, \quad (1)$$

где  $T(r, \theta, z, t)$  – температурное поле в цилиндрических координатах,

$\alpha$  – коэффициент теплопроводности.

Система цилиндрических координат  $r, \theta$ , неподвижна. Она связана с источником, который перемещается со скоростью  $V$  вдоль стыка кольцевого соединения двух витков пружинно-витого канала.

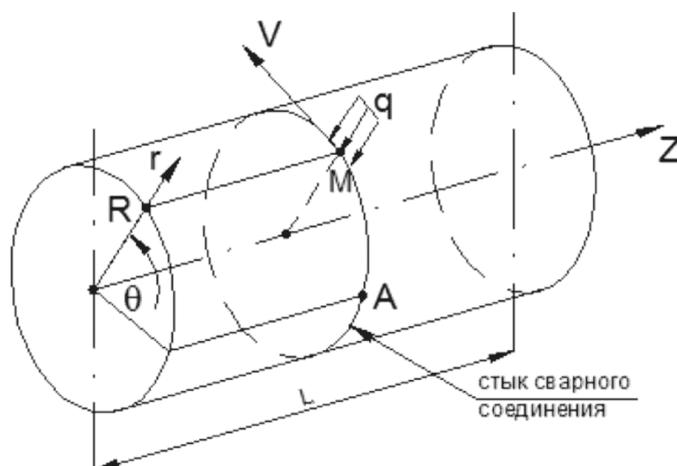


Рис. 1. Схема кольцевого соединения витков пружинно-витого канала:

$R, \theta, z$  – система цилиндрических координат;  $q(r, t)$  – плотность мощности объемного источника

Для моделирования теплового процесса используем неоднородное уравнение теплопроводности с граничными условиями второго рода.

Так как сварка ведется лазерным излучением, то в качестве источника тепла для математического моделирования процесса необходимо выбрать быстро движущийся источник тепла. Мощный быстро движущийся источник является частным случаем непрерывно действующих источников. При перемещении источника с большой скоростью рассматривают случай предельного состояния, когда  $V \rightarrow \infty$ . В этом случае предполагают, что энергия источника выделяется вдоль линии его перемещения, а тепло распространяется в направлении, перпендикулярном оси перемещения источника.

Необходимым условием лазерной сварки является то, что на удельный тепловой поток  $q$ , пространство и время воздействия источника наложены ограничения, характерные для реальных высококонцентрированных источников энергии [2]:

$$\begin{aligned} 0 \leq q(x, y, t) \leq q_{max} \\ x, y \in (0, d_n) \\ T \in (0, t) \end{aligned}$$

где  $d_n$  – диаметр пятна нагрева теплового источника;  
 $T$  – время воздействия теплового источника.

Применение схемы быстро движущегося источника определяется условием:

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} = \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \equiv 0. \quad (2)$$

При математическом моделировании процесса распространения теплоты при лазерной сварке витков пружинно-витого канала, несмотря на кривизну витков, он может быть приравнен к случаю нагрева тонких пластин линейным источником теплоты, так как любую окружность можно разделить на множество прямолинейных участков. Данное обстоятельство существенно упрощает уравнение теплопроводности. Но при этом необходимо учитывать, что при сварке спиральных швов происходит наложение тепловых потоков, так как на замыкающем участке кольцевого сварного шва уже

произошел нагрев проволоки от сварки предыдущего витка. Тогда схема лазерной сварки пружинно-витого канала будет иметь следующий вид:

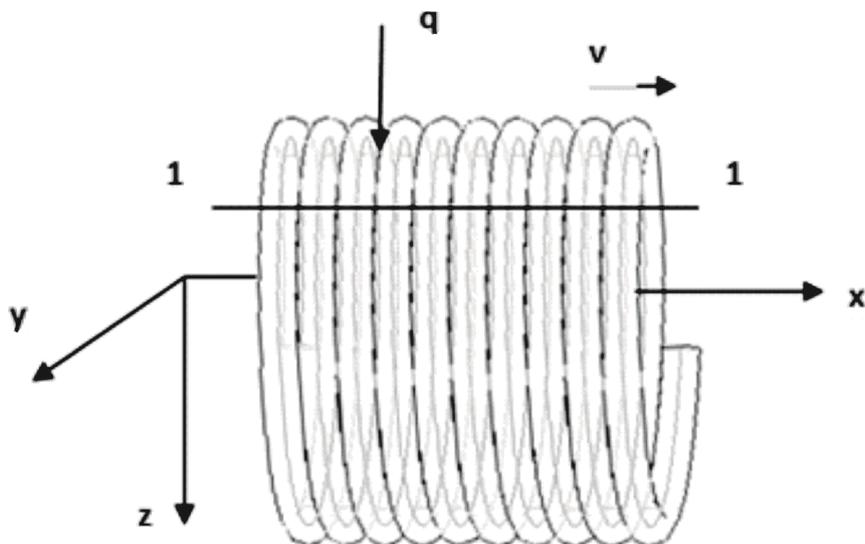


Рис. 2. Схема лазерной сварки витков пружинно-витого канала

Известно уравнение, описывающее изменение температуры в пластине при воздействии линейного источника теплоты мощностью  $q$  с равномерным распределением ее по толщине пластины, движущегося с постоянной скоростью [3]:

$$\Delta T = \frac{q}{v\delta\sqrt{4\pi\lambda c\rho t}} e^{-\frac{y^2}{4at} - bt}, \quad (3)$$

где  $\Delta T$  – приращение температуры, К;  
 $q$  – эффективная мощность источника тепла, Вт;  
 $v$  – скорость перемещения источника тепла, м/ч;  
 $\delta$  – толщина пластины, м;  
 $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м\*К);  
 $c\rho$  – объемная теплоемкость, Дж/(м<sup>3</sup>К);  
 $t$  – время, с;  
 $a$  – коэффициент температуропроводности, м<sup>2</sup>/с;  
 $b$  – коэффициент теплоотдачи, с<sup>-1</sup>.

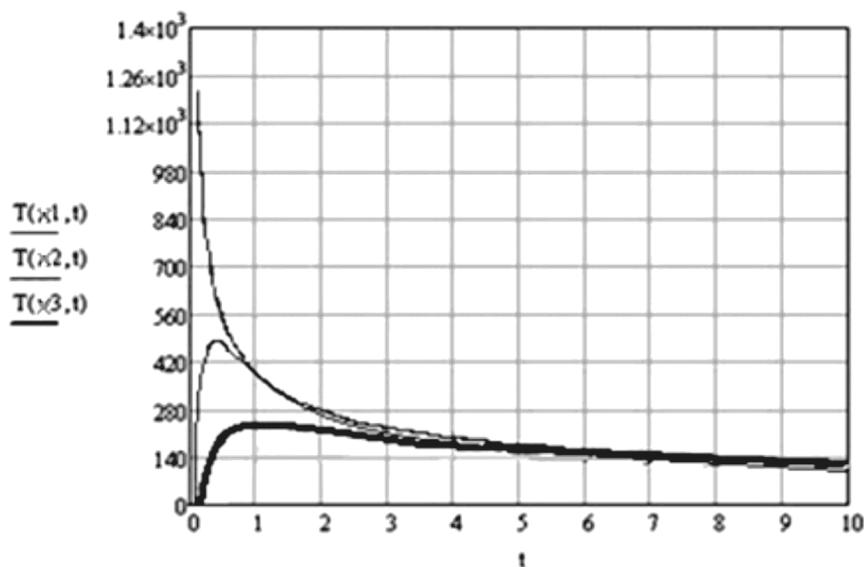
Наложение тепловых потоков при моделировании лазерной сварки по винтовой линии учитывается путем суммирования температурных полей. С учетом данного факта формула (3) приобретает следующий вид:

$$\Delta T = \sum_n \frac{q}{v\delta\sqrt{4\pi\lambda c\rho t_n}} e^{-\frac{x_n^2}{4at_n} - bt_n}, \quad (4)$$

$n$  – число пересечений источником теплоты плоскости 1-1;

$t_n$  – время, прошедшее с момента пересечения источником теплоты плоскости 1-1.

Исходя из принятой математической модели, на основе параметров, полученных при проведении опытных работ, в системе MathCAD были построены термические циклы в точках  $x=0,1$ ,  $x=0,5$ ,  $x=2,0$ , представленные на рис. 2.

Рис. 4. Термические циклы в точках  $x=0,1$ ,  $x=0,5$ ,  $x=2,0$ 

Как видно из графика, на расстоянии 0,1 мм от оси шва максимальная температура составляет 1250 °C. На основании термических циклов можно судить о физических процессах, происходящих в сварочной ванне и структуре металла сварного шва.

#### Заключение

Описана математическая модель, применяемая для математического моделирования процесса лазерной сварки пружинно-витых каналов. Приведены зависимости и графики термических циклов, построенные на основе данных проведенных опытных работ. Установлено, что для построения более точной математической модели необходимо учитывать форму свариваемых деталей, что в значительной степени усложнит процесс построения модели, но позволит более качественно подобрать режимы лазерной сварки. Данный факт будет учтен в последующих работах по математическому моделированию процесса лазерной сварки, решению прямой и обратной задачи теплопроводности для определения режимов изготовления змеевиковых теплообменных элементов.

#### Список литературы

1. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов (с основами физической химии). – М.: Высшая школа, 1977. – 392 с.
2. Коновалов А.В., Куркин А.С., Неровный Э.Л., Якушин Б.Ф. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.
3. Негода Е.Н. Тепловые процессы при сварке: учеб. пособие; Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. – 125 с.
4. Язовских В.М., Беленький В.Я., Трушников Д.Н. Построение математических моделей сварки цилиндрических тел // Вестник ПГТУ. Сварка. – Пермь, 2012. – С. 5-17.
5. Язовских В.М. Математическое моделирование и инженерные методы расчета в сварке: Ч. 2. Тепловые процессы при сварке и моделирование в пакете Mathcad. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 119 с.

**Knyazeva I.A.** – post-graduate student

E-mail: iraida\_knyazeva@mail.ru

**Vyatka State University**

The organization address: 610000, Russia, Kirov, Moscovskaya 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, Zelenaya st., 1

### **Selection of mathematical model to describe the thermal process of the laser welding of spring-twisted channels**

#### **Resume**

Modeling of physical processes of laser welding speeds up the solution of optimum processing conditions with the help of computer technology. The same mathematical simulation reduces the cost of implementation of the experimental work.

Mathematical models of the thermal conductivity of the process with the appropriate boundary conditions. There are several methods for detecting the heat equation. They differ from each other in the accepted system of coordinates, and as a source.

This article deals with the choice of a mathematical model describing the heat of the laser welding for the production of spring-twisted-channel heat exchangers, which are the basic element of high-performance shell and tube heat exchangers of the new generation. Dependence of thermal cycles and graphs based on experimental studies conducted with data. Found that for the construction of more precise mathematical models must take into account the form of blanks, which greatly complicates the process of model building, but will allow higher quality modes to choose laser welding.

**Keywords:** laser welding, thermal cycle, mathematical model, a fast-moving line source.

#### **References**

1. Petrov G.L., Tumarev A.S. The theory of welding processes (with the fundamentals of physical chemistry). – M.: High. School, 1977. – 392 p.
2. Konovalov A.V., Kurkin A.S., Nerovny E.L., Jakushin B.F. The theory of welding processes: Textbook for Universities / ed. V.M. Nerovny. – M.: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, 2007. – 752 p.
3. Nehoda E.N. Thermal processes in welding: studies. allowance; Far Eastern State Technical University. – Vladivostok: Publishing house FENTU, 2008. – 125 p.
4. Yazovskih V.M., Belenky V.Y., Trushnikov D.N. Construction of mathematical models of welding cylindrical bodies // Herald PGU. Welding. – Perm, 2012. – P. 5-17.
5. Yazovskih V.M. Mathematical modeling and computational methods in engineering welding: in 2 Part 2. Thermal processes in welding and modeling package Mathcad. – Perm: Perm State Technical University Publishing House, 2008. – 119 p.

УДК 621.6.311

**Миргалиева О.С.** – аспирант

E-mail: olga-mirgalieva@yandex.ru

**Зиганшин М.Г.** – кандидат технических наук, профессор

E-mail: mjihan@ Rambler.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Моделирование фильтрации двухфазного аэрозоля с золой энергетических углей и способы учета электростатических сил**

#### **Аннотация**

Для определения характера движения гетерогенного потока и улавливания взвешенных частиц проведены численные исследования модели обтекания препятствия при помощи программного комплекса, реализующего методы вычислительной гидродинамики. Смоделирован двухфазный поток, состоящий из 60 инертных частиц. В результате исследования выявлены параметры частиц, задерживающихся на элементах фильтра и достигающих физической границы. Рассмотрены соотношения, позволяющие учитывать при улавливании взвешенных частиц в двухфазном потоке наряду с механическими и электростатические силы. Выявлены возможные варианты и способы учета электрических сил в уравнении Навье-Стокса.

**Ключевые слова:** электростатическое осаждение, фильтрация, численные исследования, электрическое поле, вычислительная гидродинамика.

Структура любого пористого слоя представляет для фильтрующегося в нем потока систему каналов и препятствий. Пористые среды для фильтрации определенных видов гетерогенных выбросов предприятий, генерирующих тепловую и электроэнергию, могут формироваться из волокнистых материалов. При достижении фильтровального волокна, расположенного поперек течения, поток разделяется и огибает его. При этом суммарное сечение потока уменьшается. Находящиеся в нем взвешенные частицы могут столкнуться с волокном вследствие эффектов касания, диффузии, приблизившись под действием гравитационных, инерционных, электростатических сил.

Считается, что поверхностью волокна за счет касания захватываются частицы, траектории центров которых окажутся на расстоянии меньше радиуса. За счет диффузионной подвижности вследствие ударов молекул потока могут сталкиваться с волокном маленькие частицы. С увеличением температуры дымовых газов диффузионная подвижность частиц увеличивается и растет степень диффузионного осаждения. Гравитационному осаждению (под действием силы тяжести) можно подвергнуть только крупные компоненты, а частицы меньше 1 мкм практически не осаждаются вследствие большой диффузионной подвижности. При инерционном улавливании молекулы потока легко меняют направление движения и огибают возникающие препятствия, что невозможно для массивных и/или крупных взвешенных частиц, которые по инерции продолжают движение в прежнем направлении до столкновения с фильтровальным волокном.

Частицы аэрозоля и/или структурные элементы фильтра по тем или иным причинам могут еще обладать электрическими зарядами. Поэтому между фильтровальными волокнами и частицами имеет место электростатическое взаимодействие. Если заряды противоположные, то электростатические силы увеличивают долю осаждаемых на волокнах частиц, внося свой вклад в итоговую эффективность очистки гетерогенного выброса всеми другими способами, в том числе с помощью диффузии и зацепления. Между тем для многих конкретных случаев определение значимости вклада электростатического взаимодействия представляет весьма сложную задачу, т.к. в целом процесс осаждения частиц на волокнах зависит от большого числа факторов, складывающихся из различных сочетаний физико-химических

характеристик потоков, частиц и волокон. Пока непосредственному расчету поддаются только случаи сочетания крайних (предельных) параметров.

Для элементов фильтра и частиц аэрозоля с зарядами противоположного знака коэффициент электростатического захвата  $\eta_Q$  частиц поверхностью волокна (на единицу длины) за счет кулоновских сил может быть определен из выражения ([1]):

$$\eta_Q = \frac{Q_v q R}{4\pi \epsilon_0 \eta u r}, \quad (1)$$

где  $Q_v$  – объемная плотность заряда волокна (цилиндра), Кл/м<sup>3</sup>;  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м – электрическая постоянная;  $\eta$  – динамический коэффициент вязкости среды, Па·с;  $q$  – заряд частицы, Кл;  $R, r$  – соответственно радиусы волокна и частицы, м;  $u$  – скорость потока.

Если заряжены только волокна, то:

$$\eta_Q = \frac{Q \pi r^2 R}{6 \epsilon_0 \eta u}, \quad (2)$$

где  $Q$  – заряд волокна, Кл.

На практике эффективность осаждения  $\eta_Q$  здесь может быть ощутимой, если волокна специально заряжаются от высокопотенциального источника постоянного тока. Но одного этого еще недостаточно даже для однозначной оценки результата взаимодействия. В предположении, что оптимальная скорость обтекания волокна потоком известна и соблюдается,  $\eta_Q$  будет зависеть как минимум от электростатических свойств материала улавливаемых частиц. Так, например, зола от сжигания углей марки Б1Р Башкирского, Б2 Райчихинского, СС Экибастузского, бурых углей Гусиноозерского месторождений при температуре дымовых газов после парогенератора 130...200°C имеет значение удельного электрического сопротивления УЭС от  $2 \cdot 10^{10}$  до  $2 \cdot 10^{11}$  Ом·м [2]. Следовательно, приобретение зарядов частицами золы будет протекать не интенсивно, и в итоге эффективность осаждения окажется незначительной. В то же время зола от сжигания каменных углей марок Г, Т Донецкого месторождения, также высокоомная при температуре дымовых газов непосредственно после парогенератора, имеет приемлемое УЭС  $< 10^{10}$  Ом·м при температуре ниже 100°C. И наоборот, зола от сжигания углей марки ПЖ Воркутинского месторождения имеет максимум УЭС =  $5 \cdot 10^{10}$  Ом·м при 100°C и практически оптимальное УЭС =  $3,5 \cdot 10^9$  Ом·м при 200°C. Поэтому в первом случае охлаждение дымовых газов перед электросепарацией может дать ощутимый эффект очистки, а во втором – только заметно ухудшить его.

Слишком низкие значения УЭС (порядка  $10^5$  Ом·м менее – такие, как у угольной пыли при сушке размолотого угля Карагандинского бассейна, Ирша-Бородинского месторождения и др.) также ухудшают степень улавливания взвеси. Индуцированные отображенные заряды создают возле себя соответствующие электрические поля. Оценочно при вязком обтекании волокна их кулоновское взаимодействие с собственным электрическим полем частицы:

$$\eta_Q = \frac{2K^{0,5}}{(2 - \ln \text{Re})^{0,5}}. \quad (3)$$

Число Рейнольдса в выражении (3) относится к режиму движения потока в целом и, соответственно, определяется по его характерному линейному размеру.

Безразмерный параметр  $K$  в этом же выражении, показывающий соотношение гидродинамических и электрических сил, зависит от заряда частицы, ее размера и размера волокна. По [1], его величина может быть оценена как:

$$K = \frac{(\epsilon_{rl} - 1) q^2}{(\epsilon_{rl} + 1) 96 \pi^2 \epsilon_0 \eta u r R^2}, \quad (4)$$

где  $\epsilon_{rl}$  – электрическая проницаемость материала волокна относительно вакуума.

Еще более неоднозначна картина взаимодействия нейтральных низкоомных частиц с заряженным волокном. На поверхности частицы, оказавшейся в его поле, будет создан, с какой-то степенью искажения, зеркально отображенный заряд. Это приведет к ускоренному перемещению частицы к волокну за счет кулоновских сил. В

непосредственной же близости от волокна достаточно низкоомная частица может перезарядиться, и ее дальнейшее перемещение будет зависеть от параметра  $K$ . Определенно здесь можно только сказать, что при очень маленьких значениях частица достигнет волокна за счет инерционных сил, а при очень больших – оттолкнется от него за счет кулоновских сил. Если искусственная зарядка волокон не производится, то рассмотренные виды электростатического захвата в пористых фильтрах могут заметно повлиять на общий процесс осаждения мелких частиц (диаметром порядка нескольких микрометров и менее) при скорости потока  $u$  не более 0,1...0,2 м/с [1]. Для детального изучения движения потока в пористом фильтре методами CFD была выполнена двумерная модель пористого фильтра, состоящая из 11 препятствий круглой формы и канала с непроницаемыми сверху и снизу стенками. Препятствия диаметром 500 мкм располагаются в шахматном порядке, с расстояниями по рядам 500 мкм.

На первоначальном этапе для расчета потока применено моделирование по RANS с пристенными функциями и замыканием системы уравнений Навье-Стокса  $k$ - $\epsilon$  уравнениями генерации и диссипации турбулентной энергии. Моделирование на базе системы уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу (RANS), воспроизводит средние значения вектора скорости потока, а влияние флуктуаций воспроизводится через замыкающие уравнения с эмпирическими характеристиками. Для решения задачи использовано моделирование по RANS с пристенными функциями и замыканием системы уравнений Навье-Стокса  $k$ - $\epsilon$  уравнениями генерации и диссипации турбулентной энергии [3]. Для определения характера движения гетерогенного потока и улавливания взвешенных частиц на препятствии (волокне фильтра) методами вычислительной гидродинамики (CFD) выполнялось численное исследование взаимодействия элементов фильтра с осаждаемыми частицами. Геометрия (физические границы  $2d$  модели) и расчетная сетка в области прохождения запыленной среды созданы средствами предпроцессора Gambit. Численные исследования характеристик обтекания препятствий радиусом  $R_{ob}=50$  мкм при числах Рейнольдса для препятствий  $Re_{ob}$  от 0,1 до 100 проведены с помощью программного комплекса Fluent.

Поток рассматривается как несжимаемая ньютоновская жидкость и описывается уравнением неразрывности (или сохранения массы):

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \bar{\nabla}(\rho \bar{V}) = 0, \quad (5)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $\bar{V}$  – осредненная скорость потока, м/с.

Численные расчеты для потока газа осуществляются путем решения осредненного по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса:

$$\rho \bar{V} \bar{\nabla} \bar{V} = -\bar{\nabla} p + \eta \bar{\nabla}^2 \bar{V} + S, \quad (6)$$

где  $p$  – давление газа, Па;  $S$  – дополнительные силы, возникающие в газовом потоке при действии электрического поля, Н/м<sup>3</sup>.

Для учета эффекта электростатических сил в процессе моделирования фильтрации необходимо в уравнение потока газа добавить дополнительный термин, который получают путем решения систем уравнений электрического поля и переноса заряда [4]. Силы  $S$ , связанные с электрическим полем, выражаются в виде:

$$S = \rho_{ion} \bar{E}, \quad (7)$$

где  $\rho_{ion}$  – объёмная ионная плотность заряда, Кл/м<sup>3</sup>;  $\bar{E} = -\nabla \phi$  – напряженность электрического поля, В/м;  $\phi$  – электростатический потенциал, В.

Для описания распределения потенциала электрического поля здесь используется уравнение Пуассона:

$$\nabla^2 \phi = -\rho_{ion} / \epsilon_0. \quad (8)$$

Аналитическое решение уравнения Пуассона (8) можно получить лишь для задач с несложной геометрией. Поэтому, как правило, его решают численно. В настоящее время большинством программных средств, позволяющих рассчитывать электростатические поля, используется метод конечных элементов. В данной работе численные исследования выполнены с помощью комплексов ANSYS.

Расчеты гидродинамических задач выполнялись на основе модуля ANSYS CFX общего назначения. Он содержит расширенный набор математических моделей для широкого круга задач, связанных с течением и тепломассообменом жидкостей и газов. Для расчетов турбулентных течений промышленных потоков модуль имеет ряд новых расширений к общим RANS-моделям ( $k-J$ ,  $k-CO$ ,  $SST$ , модель турбулентных напряжений Рейнольдса), LES-моделям расчета крупных вихрей и некоторым другим. В модуле ANSYS CFX «Моделирование многофазных потоков» можно моделировать многофазные сплошные, пузырьковые и распыленные потоки, частицы и потоки со свободной поверхностью. Модель переноса Лагранжа позволяет рассчитывать одну или несколько дискретных примесей, капельных фаз в рамках непрерывной жидкой фазы. Также имеются статистическая модель столкновения частиц и квазистатическая модель тонкого слоя. Многофазная модель Эйлера включает в себя широкий набор функций для расчетов обмена импульсом, энергией, массой, в т.ч. модели с учетом сил межфазного взаимодействия. Модель групп разных размеров (MUSIG model) позволяет рассчитывать разрыв и слияние дисперсных фаз в полидисперсных многофазных потоках. В модуле ANSYS CFX реализуется моделирование влияния твердого тела на течение. Имеется модернизированная технология деформируемых сеток с повторным управляемым созданием сетки. Такое движение может быть либо задано явно, либо выражено в неявном виде как результат расчета при помощи встроенного в ANSYS CFX решателя твердых тел, имеющего шесть степеней свободы. Это обеспечивает развитие техник, моделирующих полностью сцепленное движение частицы с использованием перемещающихся сеток конечных элементов (таких как техника произвольных функций Лагранжа-Эйлера ALE [5]), что позволяет не вычислять в явном виде гидродинамические силы и моменты на каждой частице. Метод погруженных в текучую среду тел позволяет описывать неограниченное движение твердого тела в потоке без необходимости деформирования сетки.

Наряду с этим, в наборе доступных стратегий ANSYS CFX отсутствуют инструменты, которые могли бы учитывать влияние электростатических сил непосредственно в процессе вычислений. Расчеты параметров электростатического поля должны проводиться в отдельном модуле ANSYS Maxwell, а в ANSYS CFX предусмотрена возможность использования полученных результатов в качестве нагрузок.

ANSYS Maxwell позволяет создавать 2d- и 3d-модели электромагнитных полей электродвигателей, трансформаторов и др. электрических устройств. Источниками электрического поля могут быть точечные, линейные, поверхностные и объемные заряды, а также объекты с заданным потенциалом. Maxwell базируется на методе конечных элементов (Finite Element Method – FEM) и рассчитывает статические, гармонические электромагнитные и электрические поля, а также переходные процессы в полевых задачах. Для моделирования электромагнитного поля предусмотрен ряд солверов: электромагнитный решатель для переменного тока, электростатический и магнитостатический решатели, электрический решатель для переходных процессов. Решатели позволяют точно рассчитывать силу, момент, емкость, индуктивность, сопротивление, импеданс, а также создавать модели в пространстве состояний.

В стационарных условиях электрическая плотность потока бездивергентна:

$$\nabla \bar{J} = 0, \quad (9)$$

где  $\bar{J}$  – плотность ионного тока,  $A/m^2$ .

Когда диффузия ионов незначительна по сравнению с проводимостью, то:

$$\bar{J} = \rho_{ion} b_{ion} \bar{E}, \quad (10)$$

где  $b_{ion}$  – ионная подвижность,  $m^2/(c \cdot V)$ .

Отсюда:

$$\nabla(\rho_{ion} b_{ion} \nabla \varphi) = 0. \quad (11)$$

Уравнение (11) может быть решено численно с учетом переменных  $b_{ion}$  и  $\rho_{ion}$ .

Движение частицы в лагранжевых координатах с учетом действия внешних электростатических сил  $\bar{F}_i$ , Н/кг, определяемых на единицу массы частицы:

$$\frac{d\bar{u}_{p,i}}{dt} = F_D(\bar{u}_i - \bar{u}_{p,i}) + \frac{g_i(\rho_p - \rho)}{\rho_p} + \bar{F}_i, \quad (12)$$

где  $\bar{u}_i$ ,  $\bar{u}_{p,i}$  – скорости потока и частицы, м/с;  $i=x,y$  – координаты;  $\rho_p$  – плотность частиц, кг/м<sup>3</sup>;  $F_D(\bar{u}_i - \bar{u}_{p,i})$  – сила трения на единицу массы частицы, Н/кг.

Внешние электростатические силы  $\bar{F}_i$ :

$$\bar{F}_i = \bar{E}_i \cdot q_p / m_p, \quad (13)$$

где  $q_p$  – электрический заряд частицы, Кл;  $m_p$  – масса частицы, кг.

Параметр  $F_D$ :

$$F_D = \frac{3\eta C_D \cdot \overline{Re}}{4\rho_p d_p^2}, \quad (14)$$

где  $C_D$  – коэффициент динамического сопротивления, зависящий от числа Рейнольдса  $\overline{Re}$ , определяемого по относительной скорости частицы ( $\overline{Re} \equiv \rho \cdot d_p |\bar{u}_{p,i} - \bar{u}_i| / \eta$ );  $d_p$  – диаметр частицы, м.

Для решения поставленной в данной работе задачи необходимо исследование движения частиц в потоке, ввиду чего использовался метод Эйлера-Лагранжа. Поток газа рассматривается как непрерывная фаза путем решения усредненных по времени уравнений Навье-Стокса. Дисперсная фаза решается путем отслеживания траекторий определенного числа частиц, диспергированных в непрерывной фазе, через расчетные поля течения. Был выбран вариант нестационарного отслеживания Unsteady Tracking – частицы выдвигались по потоку каждый раз, когда поток продвигался во времени.

Создана группа инъекций из 60 инертных частиц, определены свойства частиц по заданному материалу. Заданы начальное и конечное положение, скорость частиц, начальный диаметр, температура, массовый расход, продолжительность впрыска для нестационарного отслеживания, т.е. время начала и окончания инъекций. Поведение частиц, достигших физических границ потока, может быть представлено несколькими вариантами; для рассматриваемой задачи представляли интерес моменты отскока от стенок канала и столкновения с препятствием. Поведение частиц задано в граничных условиях для стенок и препятствий.

В результате численного эксперимента получена уточненная схема фильтрации частиц в пористой среде, моделируемой 11 препятствиями диаметром 100 мкм, расположенными в шахматном порядке (рис.). Установлено, что зона максимальной скорости располагается вблизи стенок канала, что обусловлено отсутствием препятствий в этой зоне. Частицы беспрепятственно пролетают канал в данной области и по этой причине имеют наиболее прямолинейные траектории. Время достижения выходной границы канала в среднем  $1,81 \cdot 10^{-4}$  с. В центральной части канала, где располагаются препятствия, скорость потока заметно снижается. За препятствиями получены области с отрицательными величинами векторов скорости. По ним можно идентифицировать зоны турбулентных течений  $Re_{об} = 100$  с обратными токами, образующимися вследствие образования зон разрежения по месту срыва потока на препятствиях. Размер зон обратных токов зависит от расположения препятствий. Для первого и второго ряда зоны составляют от 35 до 55 % от размера препятствий. У последнего ряда размер зоны обратных токов увеличивается в 2...3 раза и становится примерно равным размеру препятствия. Причина в том, что за последним рядом отсутствуют объекты, которые могли бы помешать развитию зоны обратных токов, что наблюдается за первым и вторым рядом препятствий.

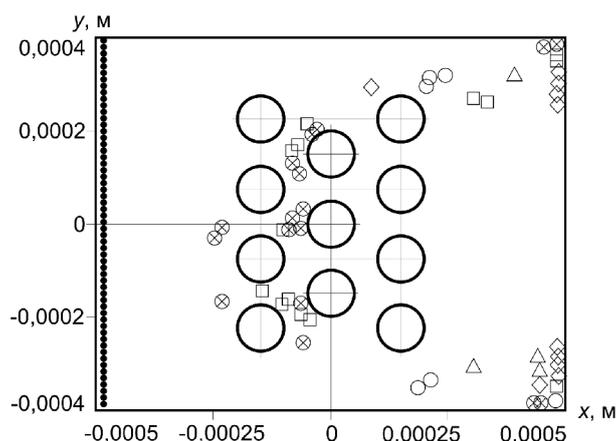


Рис. Результаты численного расчета. Скорости частиц, м/с: ● – 0 (исходная позиция всех частиц);  
⊗ – до 3; □ – от 3,5 до 5,5; ◇ – от 6 до 7; △ – от 7,5 до 8 м/с; ○ – от 8,5 до 10

Основной поток частиц задерживается на втором ряду препятствий, что говорит о достаточно высокой эффективности улавливания частиц данной моделью фильтра. Согласно с [6], для частиц диаметром  $(0,5...200) \cdot 10^{-6}$  м рассчитаны безразмерные параметры  $Re_p$ ,  $Stk$ ,  $Re_r$  при скорости невозмущенного потока в пределах от 0,03 до 30 м/с, с целью определения эффективности их улавливания. Значения безразмерных параметров показали, что действие сил инерции частиц размером более 5 мкм уже при минимальной скорости потока превосходит величину действия межмолекулярных сил. Следовательно, для частиц размером крупнее 5 мкм захват касанием не будет регламентировать процесс фильтрации.

Таким образом, на основании проведенных исследований получена физически непротиворечивая численная модель процесса фильтрации двухфазного потока. В результате расчетов определены характеристики его движения – поля скоростей, давлений, время прохождения загрязненного потока через модель фильтра. Подобраны приемлемые по электронному ресурсу алгоритмы, позволяющие учитывать влияние электростатических сил в процессе фильтрации двухфазного потока, необходимые для оптимизации конструирования и эксплуатации систем фильтрации.

### Список литературы

1. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справ. Изд.: В 2-х ч. Ч. 1 / Под ред. Калверт С., Инглунд Г.М. – М.: Металлургия, 1988. – 760 с.
2. Скрыбина Л.Я. Атлас промышленных пылей: Ч. 1. Летучая зола тепловых электростанций // Обзорная информация: Серия ХМ-14. – М.: ЦИНТИХимнефтемаш, 1980. – 48 с.
3. Зиганшин М.Г., Миргалиева О.С., Шаймуллина Э.А. Замыкание уравнений движения турбулентного гетерогенного потока при фильтрации // Сб. научных трудов КазГАСУ. – Казань: КГАСУ, 2010. – С. 206-212.
4. Shah M.E., Rasul M.G., Khan M.M., Deev A.V., Subaschandar N. A Numerical Model of an Electrostatic Precipitator // 16th Australasian fluid mechanics conference Crowne Plaza, Gold Coast, Australia, 2007. – Gold Coast, 2007 – P. 1050-1054.
5. Hu H.H., Patankar N.A., and Zhu M.Y. Direct numerical simulation of uid-solid systems using the arbitrary Lagrangian-Eulerian technique. J. Comput. Phys. (2001), 169 (2). – P. 427-462.
6. Еремкин А.И., Зиганшин М.Г., Миргалиева О.С. Безразмерные параметры очистки потока газа при фильтрации // Материалы 7-ой международной практической конференции «Образование и наука XXI век-2011», 17-25 октября 2011. – София: Бял Град-БГ, 2011. – С. 102-104.

**Mirgalieva O.S.** – post-graduate student

E-mail: olga-mirgalieva@yandex.ru

**Ziganshin M.G.** – candidate of technical sciences, professor

E-mail: mjihan@rambler.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### **Simulation of filtration of two-phase of aerosol with ash of power coals and ways to address the electrostatic forces**

#### **Resume**

For flow filter structure of the porous filter layer in all cases is a system of channels and obstacles.

When approaching the particle to the fiber, there are several mechanisms that can result in trapping: gravitational deposition effect touch inertial capture, capture diffusion, electrostatic deposition.

Between the aerosol particles and structural elements of the porous filter layer may be an electrostatic interaction, if for some reason will have electrical charges. If the filter fiber particles appear oppositely charged, there is an attraction of particles to the fibers. The mechanism of electrostatic deposition of particles can also be improved by other means including diffusion and by engagement.

ANSYS CFX software module allows the calculation of steady and unsteady fluid dynamics problems. Opportunities software package ANSYS CFX do not allow to take into account the effect of electrostatic forces in the calculation. To solve this problem requires the involvement of multiple modules in series, resulting in the calculated results of one module to the next module is used as a load. The calculation of the electrostatic field to produce a module ANSYS Maxwell.

To solve the problem, taking into account the influence of electrostatic forces, the flow must be represented as a two-phase flow, through which it is possible to calculate and visualize the movement of the dust.

The numerical experiment was to sharpen the flow diagram of the obstacles diameter of 100 microns. Created a group of 60 injections of inert particles, defined particle properties, wondering material. The behavior of particles reaching the physical boundary may be represented by several embodiments. The behavior of particles in the set of boundary conditions for the walls and obstacles.

The calculations took into account all the mechanisms of recovery with the exception of electrostatic forces. Identifies possible options and ways to incorporate electric forces in the Navier-Stokes equations.

**Keywords:** electrostatic, precipitators, the numerical study, the electric field, computational fluid dynamics.

#### **References**

1. Protection of the atmosphere from industrial pollution: Ref. Ed.: In 2 parts. Part 1 / Under the editorship of Calvert S., Englund G.M. – M.: Metallurgy, 1988. – 760 p.
2. Scryabina L.Ya. Atlas of industrial dusts: Part 1. Fly ash of thermal power plants // Background information: Series XM-14. – M.: TsINTIKhimneftemash, 1980. – 48 p.
3. Jihanshin M.G., Mirgalieva O.S., Shaymullina E.A. – The closure of the equations of motion of turbulent flow in heterogeneous filtering // The collection of proceedings KazSUAE. – Kazan: KSUAE, 2010. – P. 206-212.
4. Shah M.E., Rasul M.G., Khan M.M., Deev A.V., Subaschandar N.A. Numerical model of an electrostatic precipitator // 16th Australasian fluid mechanics conference Crowne Plaza, Gold Coast, Australia, 2007. – Gold Coast, 2007. – P. 1050-1054.
5. Hu H.H., Patankar N.A., and Zhu M.Y. Direct numerical simulation of uid-solid systems using the arbitrary Lagrangian-Eulerian technique. J. Comput. Phys. (2001), 169 (2). – P. 427-462.
6. Eremkin A.I., Jihanshin M.G., Mirgalieva O.S. The dimensionless parameters in the gas cleaning filter // Proceedings of the 7th International practical conference «Education and Science of the XXI Century-2011», 17-25 October 2011. – Sofia: Byal Grad-BG, 2011. – P. 102-104.



УДК 66.095.253.094.32

**Аминова Г.Ф.** – аспирант

E-mail: aminovagk@inbox.ru

**Габитов А.И.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: gabitov.azat@mail.ru

**Маскова А.Р.** – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: asunasf@mail.ru

**Рысаев Д.У.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: elenaasf@yandex.ru

**Уфимский государственный нефтяной технический университет**

Адрес организации: 450080, Россия, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195

**Горюшинский И.В.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: MARSUNASF@yandex.ru

**Самарский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194

### **Новые типы композиционных ПВХ-материалов отделочного назначения**

#### **Аннотация**

В работе приводятся результаты исследования методов получения, физико-химические и физико-механические свойства бутоксиэтилфеноксипропанататов. Приведены результаты испытаний пластифицирующих свойств бутоксиэтилфеноксипропанататов в рецептурах ПВХ-пленок. Отмечено, что пленки, полученные с введением в ПВХ-рецептуру разработанных пластификаторов, по всем показателям удовлетворяют требованиям действующих стандартов, а по таким показателям, как напряжение при удлинении, разрушающее напряжение, бензостойкость, маслостойкость и термостойкость, превосходят стандартные пластикаты.

**Ключевые слова:** бутоксиэтанол, бутоксиэтилфеноксипропанаты, пластификаторы поливинилхлорида, ПВХ-пленки, ПВХ-рецептура, феноксипропанол.

Основное количество производимых пластификаторов (до 85 %) используется для пластификации поливинилхлорида (ПВХ) [1]. При получении пластика в исходный ПВХ добавляют пластификатор (эфир фталевой, фосфорной, себаценовой или адипиновой кислот, хлорированные парафины и т.д.). Введение пластификаторов в состав ПВХ-композиций позволяет получать материалы с заданной эластичностью, сохраняющейся в широком интервале температур, с повышенной ударной вязкостью при изгибе, большим относительным удлинением при разрыве. Применение пластификаторов облегчает переработку полимера, снижает хрупкость материала, значительно повышает морозостойкость, огнестойкость и улучшает многие другие эксплуатационные свойства пластикаты [2-5].

Одним из привлекательных пластификаторов является дибутилфталат (ДБФ), который применяется при получении материалов и изделий строительного назначения, а именно: линолеума, кабельного пластика, строительных полимерных профилей, технических пленок [2]. Однако ДБФ имеет высокую летучесть, что препятствует его широкому применению.

При пластификации ПВХ и его сополимеров можно использовать эфиры ароматических спиртов [6, 7], в частности, бутилбензилфталат (ББЗФ). Этот пластификатор придает полимерам повышенную водостойкость и стойкость к действию органических сред. Также ББЗФ препятствует образованию загрязнений на поверхности материалов. Однако бутилбензилфталат выпускается в ограниченных количествах. Причиной этого является дефицитность бензилового спирта.

Возможность использования фенолов в качестве пластификаторов некоторых полимерных материалов, например, полиамидов и ацетата целлюлозы, известна давно [5, 7]. Однако они не пригодны для пластификации поливинилхлорида. Поэтому, несмотря на большое разнообразие химического состава соединений, применяемых в качестве пластификаторов, поиск веществ, обладающих пластифицирующими свойствами, является

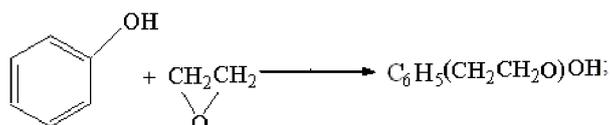
крайне важной и актуальной задачей. Большой вклад в решение этой задачи внёс в свое время профессор Хамаев Вагиз Хамаевич. Им были изучены вопросы получения сложноэфирных пластификаторов на основе оксиалкилированных спиртов [7, 8].

В настоящей работе приведены результаты исследования методов получения, физико-химические и физико-механические свойства бутоксиэтилфеноксиптилфталатов, а также результаты испытаний пластифицирующих свойств синтезированных эфиров в рецептурах ПВХ-пленок.

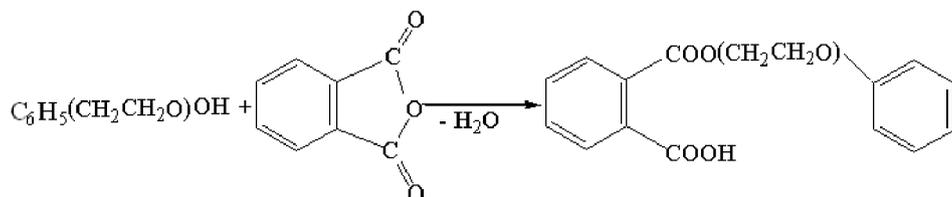
Нами синтезированы бутоксиэтилфеноксиптилфталаты на основе феноксиптанол (степень оксиптилирования варьируется от 1,0 до 2,5).

Бутоксиэтилфеноксиптилфталаты получали в четыре стадии:

– оксиптилирование фенола с образованием феноксиптанол:



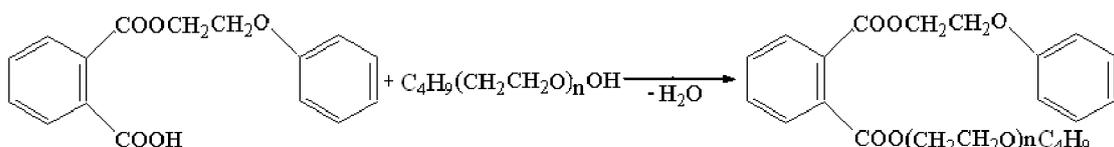
– этерификация фталевого ангидрида эквиволярным количеством феноксиптанол с получением моноэфира фталевой кислоты:



– оксиптилирование бутанола с образованием бутоксиэтанол:



– этерификация моноэфира фталевой кислоты бутоксиэтанол с получением бутоксиэтилфеноксиптилфталатов:



Бутоксиэтилфеноксиптилфталаты получали этерификацией фталевого ангидрида оксиптилированными спиртами (фенол, бутанол) в присутствии ПТСК.

Определены условия, позволяющие получить целевые эфиры с выходом 85-87 %: первая стадия – мольное соотношение реагентов фенол:оксиптилен 1:1, температура 100-180 °С, количество едкого натра 0,5-3 % (масс. от загрузки); вторая стадия – мольное соотношение реагентов фталевый ангидрид:феноксиптанол 1:2,5, температура 110-140 °С, количество ПТСК 0,1-2 % (масс. от загрузки); третья стадия – мольное соотношение реагентов бутанол:оксиптилен 1:2-1:4, температура 110-140 °С, количество едкого калия 1 % (масс. от загрузки) [9, 10]; четвертая стадия – мольное соотношение реагентов фталевый ангидрид:бутоксиэтанол 1:2, температура 120-170 °С, количество ПТСК 0,1-2 % (масс. от загрузки).

Бутоксиэтилфеноксиптилфталаты представляют собой прозрачные, слегка гигроскопичные маслянистые жидкости желтоватого цвета, хорошо растворимые в органических растворителях, но не растворимые в воде.

Физико-химические свойства синтезированных эфиров представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Бутоксиэтилфеноксиэтилфталаты					ДБФ
	1,0	1,4	1,7	2,0	2,5	
Степень оксиэтилирования	1,0	1,4	1,7	2,0	2,5	0,0
$n_D^{20}$	1,5190	1,5183	1,5180	1,5176	1,5170	1,4904
$d_4^{20}$	1,1054	1,1081	1,1110	1,1119	1,1145	1,0432
Кислотное число, мг КОН/г	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Эфирное число, мг КОН/г	293	272	261	251	237	401
Молекулярная масса, найдено	391	412	429	446	473	279
Молекулярная масса, вычислено	386	404	417	430	452	278
Температура застывания, °С	-39	-40	-40	-40	-39	-40
Температура вспышки, °С	200	200	200	200	200	168
Летучесть (100 °С, 6 час.), %	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30

Как показали проведенные исследования, полученные бутоксиэтилфеноксиэтилфталаты являются менее летучими соединениями, чем серийно выпускаемый пластификатор ДБФ.

Важнейшими характеристиками сложноэфирных пластификаторов являются показатель преломления и плотность, которые во многом определяют физико-механические показатели пластификаторов поливинилхлоридных композиций строительного назначения. Эти показатели зависят, прежде всего, от строения сложного эфира [3]. Наши эксперименты показали, что с возрастанием степени оксиэтилирования бутанола показатель преломления бутоксиэтилфеноксиэтилфталатов снижается, а плотность увеличивается (рис.).

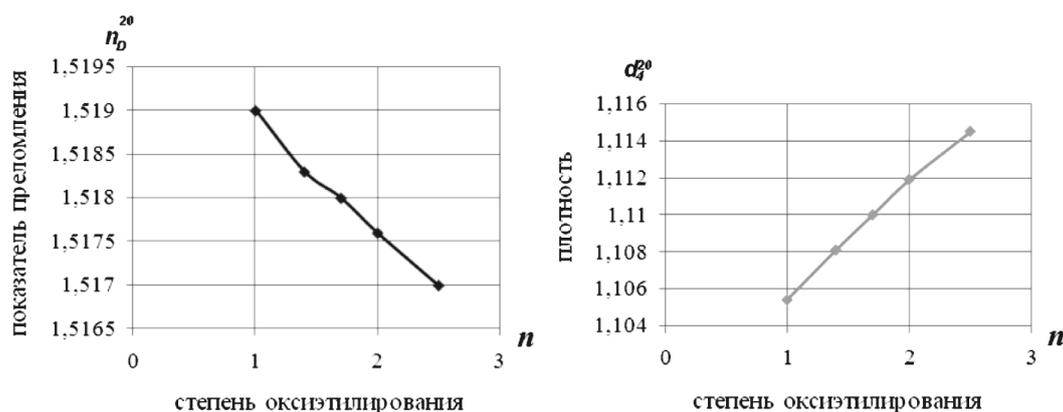


Рис. Зависимость показателя преломления и плотности от степени оксиэтилирования

На основании анализа физико-механических показателей ПВХ-композиций в присутствии пластификаторов и высокой совместимости с ПВХ нами выбраны три образца, которые были испытаны при получении новых типов композиционных ПВХ-материалов отделочного назначения. Опытные образцы пластификаторов вводили в ПВХ-рецептуры взамен серийно выпускаемого аналога – ДБФ. Физико-химические константы полученных пластификаторов представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ образца	Бутоксиэтилфеноксиэтилфталаты		
	Степень оксиэтилирования бутанола, n	Молекулярная масса, найдено	Молекулярная масса, вычислено
I	1,0	391	386
II	1,4	412	404
III	1,7	429	417
IV	2,0	446	430
V	2,5	473	452

Рецептуры пленок и результаты испытаний некоторых разработанных пластификаторов в рецептурах ПВХ-пленок приведены в табл. 3 (Рецептура (масс. ч.): ПВХ – 100; пластификатор – 50; стеарат бария – 1,5; стеарат кальция – 1,5).

Таблица 3

Показатели	ДБФ	Опытные образцы		
		I	IV	V
Напряжение при удлинении 100 %, МПа	8,6	12,4	12,0	11,8
Разрушающее напряжение, МПа	18,5	23,4	22,9	22,8
Относительное удлинение при разрыве, %	300	291	287	285
Морозостойкость, °С	-45	37	35	34
Летучесть в блоке при 130 °С за 6 ч., %	15,3	5,1	2,9	2,2
Экстрагируемость водой, %	0,283	0,297	0,319	0,323
Водопоглощение, %	0,412	0,437	0,474	0,485
Экстрагируемость бензином, %	4,95	1,26	1,44	1,48
Экстрагируемость маслами, %	15,2	10,5	10,7	10,8
Показатель текучести расплава, г/10 мин.	65,4	38,7	40,0	40,4
Термостабильность при 180 °С, мин	95	172	170	169
Длительное хранение пленок при 25 °С в теч. 4 мес.	пленки хорошие			

Из данных табл. 3 видно, что пленки, полученные с введением в рецептуру разработанных нами пластификаторов, по всем показателям удовлетворяют требованиям действующих стандартов, а по таким показателям, как напряжение при удлинении, разрушающее напряжение, бензостойкость, маслостойкость и термостойкость, превосходят стандартные образцы.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования бутоксиэтилфеноксиэтилфталатов в качестве пластификаторов поливинилхлорида.

### Список литературы

1. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниелс Ч. Поливинилхлорид. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
2. Барштейн Р.С., Кириллович В.И., Носовский Ю.Е. Пластификаторы для полимеров. – М.: Химия, 1982. – 196 с.
3. Тиниус К. Пластификаторы. – М.: Химия, 1964. – 915 с.
4. Катаев В.М. и др. Справочник по пластическим массам: Т.1. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 447 с.
5. Козлов П.В., Папков С.П. Физико-химические основы пластификации полимеров. – М.: Химия, 1982. – 224 с.
6. Мамедов Р.И., Исмаилова Р.А., Садык-заде О.Д., Гусейнов Ф.И., Садыхов Ш.Ф. Пластификация поливинилхлорида сложными эфирами алкосинафтенных кислот // Пласт. массы, 1972, № 10. – С. 39-40.
7. Хамаев В.Х. Синтез и исследование свойств сложноэфирных соединений и разработка на их основе пластификаторов и компонентов синтетических масел // Дис... докт. тех. наук. – Уфа, 1982. – 486 с.
8. А.с. 938533 (СССР). Бутилфеноксиэтилфталат в качестве пластификатора поливинилхлорида. Хамаев В.Х., Биккулов А.З., Мазитова А.К., Ханнанов Р.Н., Свинухов А.Г., Смородин А.А., Павлычев В.Н., Теплов Б.Ф. Публикация запрещена.
9. Аминова Г.К., Маскова А.Р., Степанова Л.Б., Ефимова Е.В., Мазитова А.К. Симметричные и несимметричные фталаты оксиалкилированных спиртов // Баш. хим. ж.-2011.-Т. 18, № 1. – С. 147-151.
10. Мазитова А.К., Нафикова Р.Ф., Аминова Г.К. Пластификаторы поливинилхлорида / Наука и эпоха: монография / [Г.М. Агеева, Г.К. Аминова, С.А. Баляева и др.]; под общей ред. проф. О.И. Кирикова, Книга 7. – Воронеж: ВГПУ, 2011, Гл. XVII, Т. 500. – С. 276-296.

**Aminova G.F.** – post-graduate student

E-mail: aminovagk@inbox.ru

**Gabitov A.I.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: gabitov.azat@mail.ru

**Maskova A.R.** – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: asunasf@mail.ru

**Rysaev D.U.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: elenaasf@yandex.ru

**Ufa State Petroleum Technological University**

The address of the organization: 450080, Russia, Ufa, Mendeleev st., 195

**Goryushinskiy I.V.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: MARSUNASF@yandex.ru

**Samara State University of Architecture and Civil Engineering**

The address of the organization: 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 194

### New types of composite PVC materials of finishing appointment

#### Resume

Today polyvinylchloride (PVC) is one of the most widespread polymers. Release of products on the basis of PVC would be impossible without application of plasticizers which allow to regulate physical and mechanical properties of polymer. Recently, of course, the structure of consumption of PVC considerably changed towards production of rigid products owing to rather wide circulation of window, door blocks from PVC and pipes, but, nevertheless, the plasticized materials on its basis remain widely applied in various areas. However, despite big enough variety of the compounds for use as plasticizers, and continuously increasing volumes of output, quantity of plasticizers is not enough for full satisfaction of requirements of the modern industry. Therefore search of the substances possessing plasticizing properties, is the extremely important and actual problem.

On the basis of the analysis of physical and mechanical parameters and high compatibility with PVC are chosen three samples which were tested in the new types of composite PVC materials of finishing appointment. Prototypes of plasticizers entered into PVC compounding instead of serially let out analog. It is noted that the plastic compounds received with introduction in a compounding of developed plasticizers, on all parameters meet state standard specification requirements, and for such parameters as tension when lengthening, the breaking point, benzene resistance, oil resistance and thermal stability, surpass standard plastic compounds. The received results testify to prospects of use butoxyethoxyethylphthalates as polyvinylchloride plasticizers.

**Keywords:** butoxyethanol, butoxyethoxyethylphthalates, plasticizers of PVC, PVC-types, PVC-composition, phenoxyethanol.

#### References

1. Uilki Ch., Sammers Dzh., Daniels Ch. Polyvinylchloride. – SPb.: Profession, 2007. – 728 p.
2. Barshtein R.S., Kirillovich V.I., Nosovskii Yu. Plasticizers of polymeric. – M.: Chemistry, 1982. – 196 p.
3. Tinius K. Plasticizers. – M.: Chemistry, 1964. – 915 p.
4. Kataev V.M. etc. Directory on plastics: T.I. 2nd prod. reslave. and additional. – M: Chemistry, 1975. – 447 p.
5. Kozlov P.V., Papkov S.P. Physical and chemical bases of plasticization of polymers. - M: Chemistry, 1982. – 224 p.
6. Mamedov R.I., Ismailov R.A., Sadyk-zade O.D., Guseynov F.I., Sadykhov Sh.F. Polyvinylchloride plasticization by esters of alcoxynaphthenic acids // Layer. Masses, 1972, №. 10. – P. 39-40.

7. Hamaev V.H. Synthesis and research of properties of ester connections and development on their basis of softeners and components of synthetic oils. Dis... Doctor of Engineering. – Ufa, 1982. – 486 p.
8. Ampere-second. 938533 (USSR). Butylphenoxyethylphthalate as polyvinylchloride softener. Hamayev V.H., Bikkulov A.Z., Mazitova A.K., Hannanov R.N., Svinukhov A.G., Smorodin A.A., Pavlychev B.H., Teplov B.F. The publication is forbidden.
9. Aminova G.K., Stepanova L.B., Maskova A.R., Efimova E.V., Mazitova A.K. Symmetrical and asymmetrical phthalates of oxyalkylated alcohols // The Bashkir chemical magazine-2011. – V. 18, № 1. – P. 147-151.
10. Mazitova A.K., Nafikova R.F., Aminova G.K. Polyvinylchloride softeners / the Science and an epoch: the monography / [G.M.Ageeva, G.K.Aminova, S.A.Baljaeva, etc.]; under edition Prof. O.I. Kirikov, The book 7. – Voronezh: VSTU, 2011, Ch. XVII, V. 500. – P. 276-296.

УДК 678.743.22

**Исламов А.М.** – аспирант

E-mail: iam16@yandex.ru

**Фахрутдинова В.Х.** – кандидат химических наук, доцент

**Абдрахманова Л.А.** – доктор технических наук, профессор

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Поверхностное модифицирование ПВХ эпоксидной смолой, функционализированной углеродными нанотрубками**

#### **Аннотация**

Исследована поверхностная диффузионная модификация поливинилхлорида реакционноспособными олигомерами (РСО). Установлено, что использование в качестве РСО эпоксидных смол, модифицированных углеродными нанотрубками, приводит к увеличению поверхностной микротвердости, динамического модуля упругости за счет образования усиленного градиентного слоя сетчатого полимера со структурой типа полу-взаимопроникающих сеток (полу-ВПС), а также дополнительного структурирующего и координирующего эффекта углеродных нанотрубок.

**Ключевые слова:** поливинилхлорид, поверхностная модификация, диффузия, градиент, эпоксидная группа, углеродные нанотрубки.

#### **Введение**

Полимерные материалы на основе поливинилхлорида (ПВХ) являются широко используемыми в различных отраслях народного хозяйства. Это обусловлено его более низкой стоимостью по сравнению с другими крупнотоннажными полимерами (ПЭ, ПП, ПС), одновременно с высокими эксплуатационными свойствами и большой способностью к модификации.

При эксплуатации полимерные материалы и изделия подвергаются различным агрессивным воздействиям, которые инициируют протекание физико-химических процессов, приводящих к их старению, и, в конечном счете, выходу материала из строя. Как правило, эти воздействия распределяются неравномерно по объёму материала, а сосредотачиваются в значительной степени на поверхности. Исходя из этого, поверхностные свойства играют немаловажную роль в долговечности материала, и именно с поверхности начинаются механические разрушения, старение.

Как известно, структура поверхностных слоев полимеров отличается от внутренних областей и характеризуется большей дефектностью надмолекулярных образований, а также самих макромолекул. Кроме того, сам ПВХ имеет аморфную структуру, которая характеризуется рыхлой упаковкой макромолекул, то есть наличием свободного объема [1, 2]. Это создает определенные предпосылки для модифицирования полимера путем поверхностной диффузионной обработки различными диффузантами (жидкими реагентами).

В качестве эффективных диффузантов могут быть использованы реакционноспособные олигомеры. В результате их отверждения в поверхностных слоях блока полимера образуются структуры типа градиентных полувзаимопроникающих сеток (полу-ВПС). Их особенностью является то, что при этом образуется не столько защитное покрытие, а модифицированный поверхностный слой с равномерно убывающим градиентом в глубину образца.

Одними из таких реакционноспособных олигомеров могут быть эпоксидные смолы:

- во-первых, смолы и их отвердители имеют низкую вязкость, что позволит им легче диффундировать в блок полимера;

- во-вторых, легкость отверждения смол практически при любой температуре от 5 до 150°C в зависимости от типа отвердителя обуславливает образование структур с высокими механическими свойствами и хорошей химстойкостью [3, 4].

В данной работе использовались эпоксидные смолы, модифицированные наночастицами, в частности многослойными углеродными нанотрубками (УНТ).

Эпоксидные смолы в данном случае выступают одновременно и как носители УНТ, высокая эффективность которых при создании полимерных композитов известна [5, 6].

### Объекты и методы исследований

В качестве исходного ПВХ материала были выбраны блочные образцы винипласта (ГОСТ 9639-71) размерами 20×20×3 мм, представляющего собой жесткий термопластичный материал, содержащий ПВХ полимер, стабилизаторы (до 10 %), смазывающие вещества (0,5-1 %), модификаторы (до 35 %) и пластификаторы (до 10 %).

В качестве эпоксидного олигомера была выбрана эпоксидная смола, функционализированная углеродными нанотрубками (УНТ) (марки GraphiSTRENGTH C S1-25) фирмы Arkema, представляющая собой гранулы цилиндрической формы, черного цвета с содержанием нанотрубок в конечном продукте 25 %, с эпоксидным показателем ~ 4.

В качестве отвердителей для эпоксидных смол были использованы изометилтетрагидрофталевый ангидрид (изо-МТГФА) горячего отверждения и диэтилентриамин (ДЭТА) низкотемпературного отверждения.

Приготовление диффузанта осуществлялось следующим образом: измельченные гранулы эпоксидной смолы смешивались с отвердителем. Концентрация смолы в изо-МТГФА составляла – 0,04 %, а в ДЭТА – 0,2 %. Для дополнительного диспергирования смолы в отвердителе проводили ультразвуковую обработку в течение 5 минут.

### Результаты

На начальном этапе исследований были определены закономерности диффузионной пропитки ПВХ образцов эпоксидной смолой в отвердителе при различных температурно-временных условиях. О кинетике поглощения диффузанта судили по изменению массы блочных образцов в ходе пропитки, которые представлены на рис. 1. Кинетические кривые являются типичными кривыми насыщения. Возрастание температуры приводит к снижению времени достижения равновесной степени набухания.

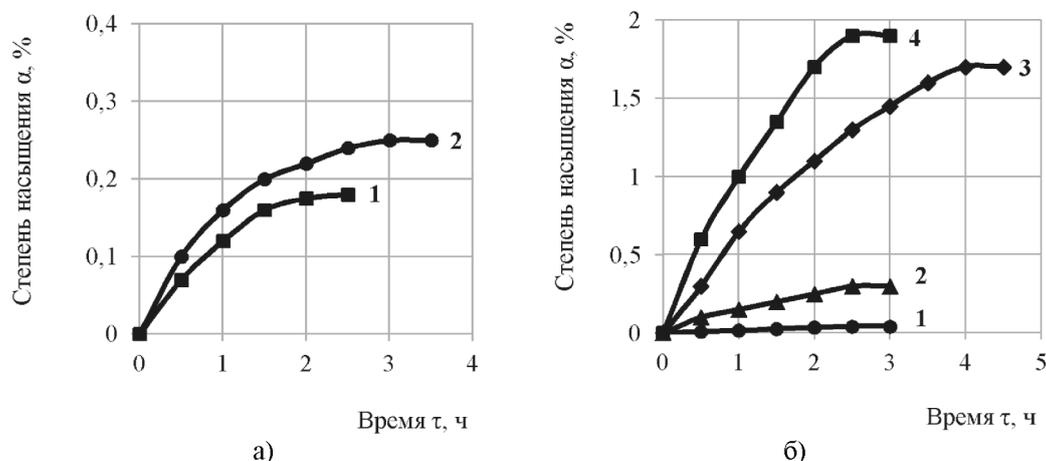


Рис. 1. Кинетические кривые насыщения ПВХ-образцов: а) при 25°С в изо-МТГФА (1), ДЭТА (2); б) в С S1-25+ДЭТА при 25°С (1), 55°С (4) и в С S1-25+изо-МТГФА при 25°С (2), 55°С (3)

Исходя из степени насыщения ПВХ образцов и изменения их линейных размеров, были определены глубины градиентных слоев  $\delta$  (см) по формуле  $\delta = \Delta V / S_F$  (где  $\Delta V$  – изменение объема образца после пропитки и  $S_F$  – площадь поверхности образца после пропитки). Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Образец	Толщина градиентного слоя $\delta$ (мкм)
ПВХ + (С S1-25 + Изо-МТГФА)	26,7
ПВХ + (С S1-25 + ДЭТА)	5,7

Исследование влияния градиента концентрации диффузанта в поверхностных слоях полимера на его физико-механические свойства осуществлялось измерением микротвердости по толщине образцов (рис. 2).

Диффузия чистых отвердителей в блочные образцы ПВХ практически не оказывает влияния на микротвердость (рис. 2, а и б). При пропитке образцов эпоксидной смолой совместно с отвердителем происходит существенное увеличение поверхностной микротвердости: в случае отверждения с ДЭТА до 3 раз, в случае изо-МТГФА до 2 раз.

Результаты динамического механического анализа (ДМА) модифицированных ПВХ образцов представлены на рис. 3. В результате отверждения эпоксидной смолы в поверхностных слоях и образования сетчатой градиентной структуры происходит увеличение динамического модуля упругости.

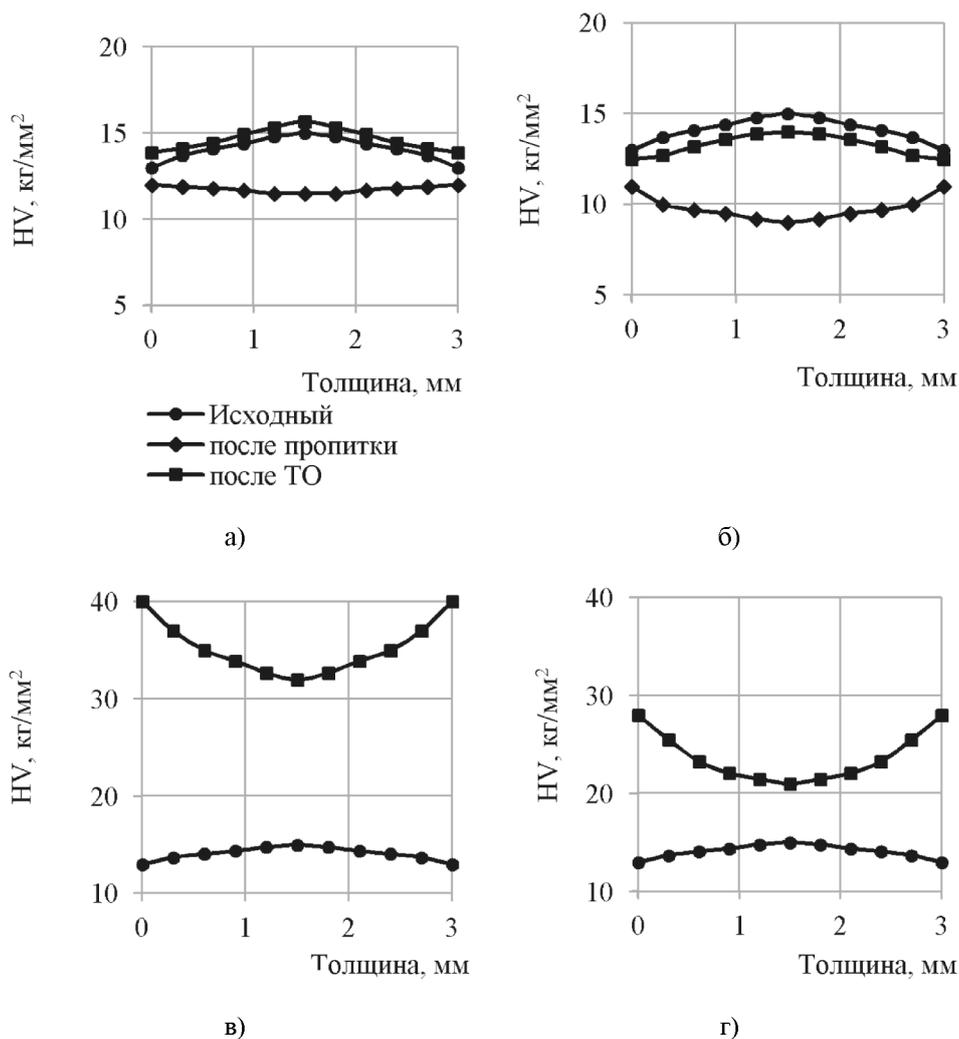


Рис. 2. Кривые распределения микротвердости по толщине ПВХ-образцов:  
 а) пропитанных в ДЭТА при 25 °С ( $\alpha=0,25$  %) и высушенных при 40 °С;  
 б) пропитанных в изо-МТГФА при 25 °С ( $\alpha=0,17$  %) и высушенных при 40 °С;  
 в) пропитанных в С S1-25+ДЭТА при 25 °С ( $\alpha=0,04$  %) и отвержденных при 40 °С;  
 г) пропитанных в С S1-25+изо-МТГФА при 55 °С ( $\alpha=1,66$  %) и отвержденных при 105 °С в течение 1,5 часов

Термомеханические кривые модифицированных ПВХ образцов (рис. 4) имеют два релаксационных перехода, соответствующие двум температурам стеклования (линейного и сетчатого полимера) [7]. Это наглядно показывает, что на поверхности блока полимера происходит формирование градиентного слоя отвержденной эпоксидной смолы со структурой типа полу-ВПС.

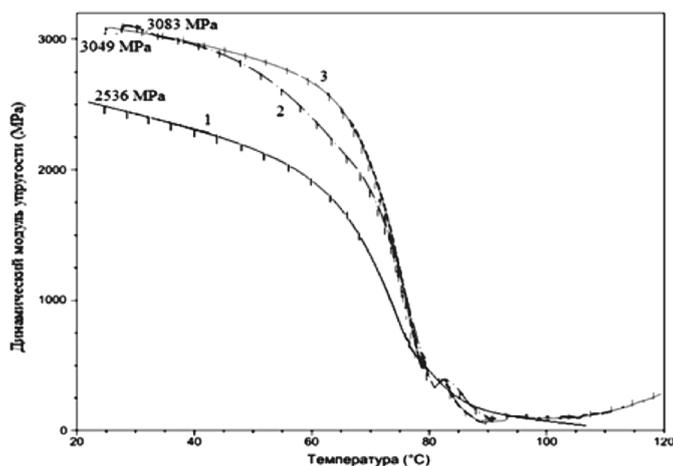


Рис. 3. Температурная зависимость динамического модуля упругости ПВХ: исходный образец (1); модифицированный С S1-25+изо-МТГФА (2); модифицированный С S1-25+ДЭТА (3)

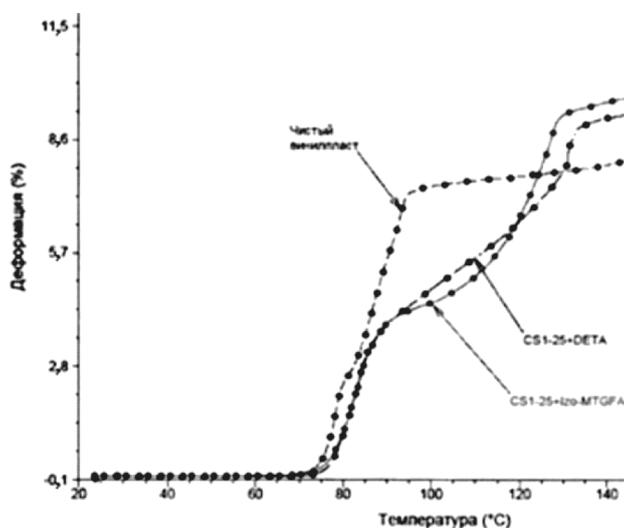


Рис. 4. Термомеханические кривые чистого винилхлора и поверхностно модифицированных образцов

Образование сшитой структуры также подтверждается экстрагированием модифицированных образцов в ацетоне в течение 6 часов. По данным, представленным в табл. 2, видно, что отверждение эпоксидной смолы в поверхностных слоях ПВХ приводит к снижению количества растворимой золь-фракции.

Для количественного определения степени сшивки эпоксидных смол в поверхностных слоях были проведены расчеты эффективной плотности узлов сетки ( $\nu_e$ ) по формуле (1), приведенной в [8]:

$$\nu_e = \frac{E}{3dRT}, \quad (1)$$

где  $E$  – модуль высокоэластичности ( $\text{H}/\text{cm}^2$ );

$d$  – плотность образца ( $\text{г}/\text{cm}^3$ );

$R$  – газовая постоянная Больцмана;

$T$  – температура (К).

Модуль высокоэластичности ( $E$ ) рассчитывается по формуле (2):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  и  $\sigma$  – относительная деформация и напряжение ( $\text{H}/\text{cm}^2$ ) в высокоэластическом состоянии полимера.

По значениям, приведенным в табл. 2, видно, что поверхностное модифицирование приводит к двукратному увеличению плотности узлов сетки.

Основные результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Образец	HV, кг/мм <sup>2</sup>	E <sub>d</sub> , МПа	T <sub>c</sub> , °C		Золь-фракция, %	Эффективная плотность сетки v <sub>e</sub> , мкмоль/г
			ПВХ	С S1-25		
ПВХ	13	2536	75	-	40,4	20,26
ПВХ+С S1-25 (изо-МТГФА)	28	3049	77	129	38,2	40,17
ПВХ+С S1-25 (ДЭТА)	40	3083	77	134	36,8	42,92

### Заключение

Таким образом, установлено, что модифицирование ПВХ диффузионной обработкой эпоксидными смолами, функционализированными УНТ приводит к усилению поверхностных свойств за счет образования градиентного слоя отвержденного сетчатого полимера в линейном полимере со структурой типа полу-ВПС и дополнительного структурирующего эффекта углеродных нанотрубок.

Наибольшие значения показателей достигаются в случае использования эпоксидной смолы С S1-25, отвержденной ДЭТА, при степени насыщения  $\alpha=0,04$  %, которое достигается за 3 часа при 25°C или за 2 минуты при 55°C. В результате увеличиваются физико-механические свойства ПВХ, в частности, поверхностная микротвердость в 3 раза, динамический модуль упругости в 1,2 раза.

### Список литературы

1. Мачюлис А.Н., Торнау Э.Э. Диффузионная стабилизация полимеров. – Вильнюс: «Минтис», 1974. – 256 с.
2. Повстугар В.И., Кодолов В.И., Михайлова С.С. Строение и свойства поверхности полимерных материалов. – М.: Химия, 1988. – 192 с.
3. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам. / Перевод с англ. Под ред. Н.В. Александрова. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
4. Pascault J.-P., Williams R.J.J. (ed.). Epoxy Polymers. New Materials and Innovations. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010. – 390 p.
5. Guojian W. et. al. Study of SMA graft modified MWNT/PVC composite materials / W. Guojian, Q. Zehua, L. Lin, S. Quan, G. Jianlong // Materials Science and Engineering A, 2008, Vol. 472, № 1-2. – P. 136-139.
6. Выморков Н.В., Крючков В.А., Портнова Я.М. Экспериментальные исследования по отработке способов изготовления углеродных нанотрубок и методов их введения в эпоксидную матрицу и ее модификации // Труды VI Межд. научн. конф. «Химия твердого тела: монокристаллы, наноматериалы, нанотехнологии». – Кисловодск. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2009. – 427 с.
7. Тейтельбаум Б.Я. Термомеханический анализ полимеров. – М.: Наука, 1979. – 236 с.
8. Беспалов Ю.А., Коноваленко Н.Г. Многокомпонентные системы на основе полимеров. – Л.: Химия, 1981. – 88 с.

**Islamov A.M.** – post-graduate student

E-mail: iam16@yandex.ru

**Fakhrutdinova V.Kh.** – candidate of chemical sciences, associate professor

**Abdrahmanova L.A.** – doctor of technical sciences, professor

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

## Surface modification of PVC by epoxy resin functionalized by carbon nanotubes

### Resume

In work the influence of diffusive modification of polyvinylchloride by reactive oligomer (RO) for the purpose of strengthening of a blanket of polymer, durability and increased resistance to various aggressive factors and influences is investigated.

As RO the epoxy modified by carbon nanotubes and two types of hardeners (a hot and cold cure) was used. As a result of epoxy diffusion in a matrix of linear polymer and its subsequent curing in the interglobular areas having smaller density of packing of macromolecules and big deficiency, leads to increase in the PVC mechanical properties of samples. In particular surface microhardness to 3 times (in case cure by diethylenetriamine), the dynamic module of elasticity of 1,2 times increases. It was shown that improvement of properties happens at the expense of formation of the strengthened gradient layer of crosslinked polymer to type structure to a semi-interpenetrating networks (semi-IPNs) which is confirmed by reduction of number of sol fraction at extraction in acetone and emergence of two glass transition temperatures corresponding to linear and crosslinked polymer. In addition there is an additional structuring and coordinating effect of carbon nanotubes takes place.

**Keywords:** PVC, surface modification, diffusion, gradient, epoxy group, CNT.

### Reference

1. Maciulis A.N., Tornau E.E. The diffusion stabilization of polymers. – Vilnius: «Mintis», 1974. – 256 p.
2. Povstugar V.I., Kodolov V.I., Mikhailova S.S. The structure and surface properties of polymeric materials. – M.: Chemistry, 1988. – 192 p.
3. Lee Kh., Neville K. Handbook on epoxy resins. Translated from english., Ed. N.V. Alexandrov. – M.: Energy, 1973.
4. Pascault J.-P., Williams R.J.J. (ed.). Epoxy Polymers. New Materials and Innovations. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010. – 390 p.
5. Guojian W. et. al. Study of SMA graft modified MWNT / PVC composite materials / W. Guojian, Q. Zehua, L. Lin, S. Quan, G. Jianlong // Materials Science and Engineering A, 2008, Vol. 472, № 1-2. – P. 136-139.
6. Vymorkov N.V., Kryuchkov V.A., Portnov Y.M. Experimental studies on working methods of manufacturing carbon nanotubes and methods of their introduction into the epoxy matrix and its modifications // Proceedings of the VI Int. Scient. Conf. «Solid State Chemistry: single crystals, nanomaterials and nanotechnology». – Kislovodsk. – Stavropol NCSTU, 2009. – 427 p.
7. Thermo-mechanical analysis of polymers. Teitelbaum B.Ya. – M.: Nauka, 1979. – 236 p.
8. Bespalov J.A., Konovalenko N.G. Multi-component systems based on polymers. – L.: Chemistry, 1981. – 88 p.

УДК 668.3:539.4

**Строганов В.Ф.** – доктор химических наук, профессор

E-mail: svf08@mail.ru

**Строганов И.В.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: tarhankut68@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

## Эпоксидные адгезивы для соединения полимерных и разнородных материалов

### Аннотация

Обоснована актуальность применения клеевых технологий для соединения полимерных и разнородных материалов. Обозначены проблемы соединения трудносклеиваемых полимерных субстратов. Рассмотрены зарубежные и отечественные аналоги полимерных адгезивов, ведущее положение среди которых занимают эпоксидные клеи. Их анализ позволил установить основной комплекс требований к разрабатываемым эпоксидным клеям. Предложен вариант модификации эпоксидиановых олигомеров карбоксилатными каучуками типа СКН-КТР, в результате чего получены блоколигомеры с концевыми эпоксидными группами. Их применение в эпоксидных клеевых композициях обеспечило получение модифицированных клеев с необходимым комплексом характеристик для соединения трудносклеиваемых адгезивов.

**Ключевые слова:** клеевые технологии, эпоксидные адгезивы, трудносклеиваемые субстраты, адгезионные и прочностные характеристики клеевых соединений.

### Введение

Последняя четверть XX в. характеризовалась значительным увеличением масштабов и темпов роста применения клеевых технологий и клеевых соединений во всех странах, в том числе и в России (до этапа развала производственного и научного потенциала страны), что было обусловлено развитием ряда основных приоритетных отраслей техники и промышленности: космической, авиационной, судо- и станкостроительной, автомобильной и др. Кроме того, это объясняется рядом существенных преимуществ этих технологий перед традиционными способами соединения материалов (резьбовые, сварные, клепаные, вальцованные и пр.).

Во многих случаях при изготовлении изделий, конструкций и пр. наиболее целесообразно использовать высокопрочные конструкционные клеи [1-2]. Общеизвестно, что наиболее перспективны для создания конструкционных клеев эпоксидные олигомеры и полимеры на их основе, обладающие рядом уникальных свойств и имеющие практически безграничные возможности для модификации их свойств. На их основе разработан достаточно широкий спектр эпоксидных клеевых композиций с комплексом эксплуатационных свойств [3].

Проблемы адгезионной прочности при склеивании высокоэнергетических субстратов с позиций структурной организации сетчатых полимеров рассмотрены нами ранее [4] при модификации эпоксидиановых полимеров гидроксиуретановыми и эпоксиаллиловыми блоколигомерами при создании полимер-полимерных структур типа взаимно проникающих сеток (ВПС) или полу-ВПС. Однако не менее актуальной технической задачей является адгезионное соединение полимерных материалов с низкой поверхностной энергией, в том числе разнородных материалов: полимер-металл.

Известно, что по возможности применения клеевых технологий (соединения субстратов, с помощью различных адгезивов) термопластичные полимеры разделяют [5] на легко склеиваемые (полиакрилаты, поликарбонаты, ПВХ непластифицированный), условно легко склеиваемые (ПВХ пластифицированный, полиэтилентерефталат) и трудно склеиваемые (полиэтилен, полипропилен, полиамиды).

Целью данной статьи является разработка и исследование эпоксидных адгезивов для соединения трудносклеиваемых полимеров и разнородных материалов: полимер-металл.

### Экспериментальная часть

При разработке рецептуры клея использовали только технические продукты, выпускаемые в промышленном масштабе:

- в составе смоляной части использовали: эпоксидиановую смолу ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), карбоксильный каучук СКН-10КТР (ТУ00-3124-80) или СКН-30КТР (ТУ 38-1034-80), активный разбавитель – крезилглицидный эфир УП-616 и целевую добавку – полиэтилсилоксан ЭТС-32 (ТУ 6-02-895-74);

- в составе отверждающей части использовали: отвердители диэтилентриаминометилфенол-УП-583Д (ГОСТ 6-05-241-331-82) и диэтилентриамин-ДЭТА (ГОСТ 6-02-914-86).

Прочность клеевых соединений определяли по показателям предела прочности при сдвиге –  $\tau_b$  (ТУ 14759-69) и предела прочности при отрыве –  $\sigma_{отр}$  (ТУ 14760-69). Данные показатели определяли как в процессе отверждения клея (от  $2^x$  часов до 7 суток), так и при различных температурах от  $(-40\text{ }^{\circ}\text{C})$  до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, измеряли сохранение прочности соединений после воздействия влажной камеры (влажность 98 %,  $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в течение от 5 до 30 суток и после термоциклирования от  $(-40\text{ }^{\circ}\text{C})$  до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  при 10 термоциклах.

### Обсуждение результатов

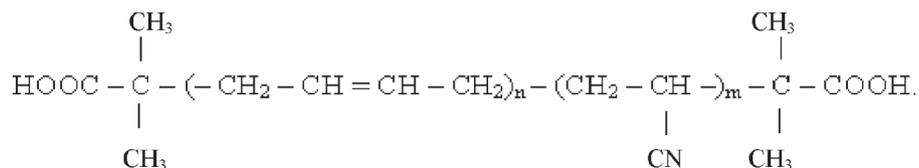
При реализации клеевых технологий наибольшее распространение получили клеи «холодного» отверждения, без подвода тепла. К широко применяемым эпоксидным клеям, отверждаемым на «холоду» в России относятся: К-153, ВК-9, УП 5-177, ЭПО, УП 4-233 и др. За рубежом аналогичные клеи выпускаются различными фирмами, из которых следует выделить: «Ciba Geigy» (марки Araldit, Ciba ECN и EPN) – Швейцария, «Shell Chemical Co» – Великобритания (марки Epon), «Union Carbide» – США (марки Bakelite ERL, ERR), «Dow Chemical Co» – Великобритания (марки DER, DEN, DSR).

Клеи «холодного» отверждения преимущественно являются эпоксидноаминными композициями. Наряду с рядом их несомненных технологических преимуществ, следует отметить и ряд недостатков, препятствующих их широкому применению в ряде областей. К этим недостаткам следует отнести длительный набор адгезионной прочности (до 7 суток при  $20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и когезионную хрупкость не модифицированных эпоксидно-аминных полимеров, что обуславливает недостаточно высокий уровень адгезионных характеристик:  $\tau_b$  и  $\sigma_{po}$  для полярных субстратов (15-20 МПа) и тем более для менее полярных и неполярных поверхностей – условно называемые легко склеиваемые полимеры (УЛСП) и трудно склеиваемые полимеры (ТСП) [5]. Эти особенности необходимо учитывать при разработке адгезивов для соединения полимерных и разнородных материалов.

С учетом изложенных требований наибольший интерес среди отечественных клеев представляют УП 5-177-2, ЭПО и УП 5-230, УП5-233-1 и УП 5-233-У, а среди зарубежных – клей AV-138 (Швейцария, фирма «Ciba Geigy»), позволяющий проводить склеивание при  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 4 суток с образованием достаточно прочных соединений (Ст-Ст) – до 23 МПа. Также известен клей «Super Epoxy» (Швеция, фирма «Plastic Padding» LTD), прочность клеевых соединений (Ст-Ст) после  $2^x$  часов отверждения при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет не менее 8,5 МПа. Имеющаяся зарубежная информация по склеиванию УЛСП и ТСП между собой и с металлами, как правило, не содержит данных по составу клеев [6-9], также отечественная информация [10-12], в которой разрабатываемые композиции ориентированы на выполнение конкретных задач (изготовление направляющих станин для станков, создание и ремонт отдельных агрегатов техники и пр.). В этой связи, анализируя изложенный материал, для выполнения технических задач, поставленных в статье, необходимо выделить основной комплекс свойств для разрабатываемых эпоксидных адгезивов: обеспечение достаточного уровня исходной адгезионной прочности ( $\tau_b$  и  $\sigma_{po}$ ) полимерных, в том числе разнородных

субстратов, обеспечения достаточно высоких адгезионных показателей в зависимости от температуры и длительности отверждения (набор прочности), обеспечение сохранения уровня адгезионных характеристик после воздействия высокой влажности и перепадов температур (термоциклирования). Эти показатели, на наш взгляд, позволяют не только обеспечить необходимый уровень исходной прочности для склеиваемых конструкций из трудно склеиваемых полимерных субстратов и разнородных пар субстратов, но и сохранить прочность конструкций в достаточно широком интервале эксплуатационных требований.

Для обеспечения необходимого комплекса свойств с целью повышения прочностных характеристик нами проведена модификация эпоксидиановой смолы ЭД-20 карбоксилсодержащим бутодиенакрилонитрильным каучуком формулы:



Модификацию осуществляли путем взаимодействия эпоксидиановых олигомеров с карбоксилатными каучуками СКН – 10 КТР или СКН – 30 КТР. В результате реакции получали блоколигомеры с концевыми эпоксидными группами, применение которых улучшает эксплуатационные свойства клеевых соединений (адгезионную и когезионную прочность, эластичность, ударную вязкость, устойчивость к воздействию переменных нагрузок, морозостойкость). Установлено, что увеличение содержания каучука от 10 до 30 мас.ч. сопровождается увеличением когезионной и адгезионной прочности, а также других эксплуатационных характеристик.

Однако при этом значительно возрастает и вязкость композиции. Для снижения вязкости смоляного компонента использовали монофункциональные активные разбавители – кризилглицидный эфир УП – 616 или фенилглицидный эфир. Установлено, что их применение в количествах до 10 мас.ч. практически не снижает прочностные характеристики клеевых соединений. Кроме модификации карбоксилсодержащими каучуками, нами с целью увеличения адгезионной прочности при склеивании разнородных материалов, снижения внутренних напряжений и улучшения водостойкости клеевых соединений в состав клеевой композиции дополнительно введен полиэтиленсилоксан ЭТС – 32 в количестве 0,1÷0,5 мас.ч.

В качестве отверждающей системы нами использована смесь отвердителя УП-583Д вместе с диэтилентриамином (ДЭТА) или триэтилтетраамином (ТЭТА), которые, кроме отверждения, выполняют также и роль разбавителя композиции. Соотношение аминных отвердителей носит экстремальный характер с максимумом при соотношении 4:1 (УП 583Д:ДЭТА).

Установлено также оптимальное массовое соотношение смоляной части к отверждающей (4:1). Определение влияния точности дозирования 1<sup>го</sup> и 2<sup>го</sup> компонентов в интервале 3:1 и 5:1, что важно при выполнении ремонтных работ в «полевых условиях», показало лишь незначительное снижение (до 15 %) прочности клеевых соединений. Рекомендуемое соотношение легко может быть обеспечено применением мерных полиэтиленовых стаканов, которые могут быть использованы в качестве многоразовой тары.

В соответствии с заданным комплексом свойств были проведены сравнительные исследования разработанного клея – эпоксидадгезива для трудносклеиваемых субстратов (ЭАТС) и применяемых в настоящее время отечественных клеев ЭПО, УП5-177-2, УП5-230, УП5-233-1 и УП 4-233У [3]. Зависимость изменения эпоксидной прочности в процессе отверждения при 25 °С и (0-5°С) в течение от 2<sup>х</sup> часов до 7 суток оценивали по прочности при сдвиге ( $\tau_b$ ) и при равномерном отрыве ( $\sigma_{p.o.}$ ) для субстратов сталь 3 (табл. 1).

Таблица 1

**Зависимость прочностных характеристик разработанного и род известных клеев  
от температуры и длительности отверждения**

Наименование показателей (технологические, прочностные и эксплуатационные)	Марка эпоксидного клея					
	ЭАТС	ЭПО	УП5-177- 2	УП5-230	УП5-233- 1	УП-5- 233-У
	Величина показателей					
1. Жизнеспособность при $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$	0,5	6,0-6,5	1,0-1,5	0,25-0,5	0,8-1,0	1,0-1,5
2. Режим отверждения при $25 ^\circ\text{C}/\text{час}$	1-1,5	8-12	48,0	72,0	172,0	48,0
3. Предел прочности при сдвиге ( $\tau_v$ ) при $25 ^\circ\text{C}$ , Ст3 – Ст3, МПа - после отверждения в течение:						
2 часов	12,0-17,0	0	0	0	0	0
4 часов	20,0-22,0	0	0	4,0-6,0	0	0
6 часов	22,0-26,0	0	8,0-12,0	6,0-8,0	6,0-8,0	8,0-12,0
12 часов	22,0-27,0	2,5-3,0	12,0-14,0	10,0-12,0	8,0-10,0	12,0-14,0
24 часов	27,0-32,0	5,0-7,0	25,0-28,0	20,0-22,0	16,0-18,0	25,0-26,0
7 суток	30,0-32,0	17,0-18,0	36,0-38,0	25,0-27,0	20,0-22,0	30,0-32,0
- после отверждения при $0 \div 5 ^\circ\text{C}$ в течение 12 часов	8,0-11,0	0	0	0	0	0
24 часов	17,0-22,0	-	4,0-6,0	2,0-4,0	0	4,0-6,0
4. Предел прочности при отрыве ( $\sigma_{p.o.}$ ) при $25 ^\circ\text{C}$ , Ст3-Ст3, МПа - после отверждения в течение:						
2 часов	14,0-18,0	-	0	0	0	0
4 часов	18,0-20,0	-	0	-	0	0
6 часов	22,0-26,0	-	10,0-12,0	8,0-10,0	6,0-8,0	10,0-14,0
12 часов	32,0-37,0	-	14,0-16,0	12,0-14,0	10,0-12,0	16,0-18,0
24 часов	35,0-38,0	8,0-9,0	28,0-30,0	24,0-26,0	12,0-14,0	30,0-38,0
7 суток	38,0-40,0	18,0-20,0	36,0-38,0	48,0-52,0	48,0-50,0	42,0-45,0

Полученные результаты (табл. 1) показывают, что разработанный клей в течение 2-4 часов отверждения при  $25 ^\circ\text{C}$  обеспечивает набор прочности на 50-70 % (12-22 МПа), т.е. достаточной для эксплуатации конструкций под нагрузкой. Кроме того, в отличие от многих известных клеев возможно его использование как при пониженных температурах ( $0 \div 5 ^\circ\text{C}$ ): за первые 6-12 часов прочность клеевых соединений достигает  $> 10,0$  МПа, так и при повышенных до  $80-100 ^\circ\text{C}$  температурах (табл. 2).

Оценку адгезионной прочности клеев к субстратам ЛС, УЛСП и ТСП проводили по показателям прочности  $\tau_v$  и  $\sigma_{p.o.}$  (табл. 3).

Таблица 2

**Эксплуатационные характеристики эпоксидных клеев**

Наименование показателей	Марка эпоксидных клеев		
	ЭАТС	ЭПО	УП5-177-2
	Величина показателей		
1. Предел прочности клеевых соединений при сдвиге (Ст3-Ст3), МПа, при: ( $-40 ^\circ\text{C}$ ) $25 ^\circ\text{C}$ $80 ^\circ\text{C}$ $100 ^\circ\text{C}$	20,0-26,0 30,0-32,0 12,0-13,0 5,0-6,0	12,0-14,0 17,0-18,0 6,0-8,0 -	22,0-24,0 36,0-38,0 10,0-12,0 5,0-6,0
2. Предел прочности клеевых соединений при равномерном отрыве (Ст3-Ст3), МПа, при: ( $-40 ^\circ\text{C}$ ) $25 ^\circ\text{C}$ $80 ^\circ\text{C}$ $100 ^\circ\text{C}$	30,0-34,0 36,0-38,0 13,0-14,0 5,0-6,0	14,0-16,0 20,0-22,0 8,0-10,0 -	32,0-34,0 40,0-42,0 12,0-14,0 5,0-6,0
3. Сохранение прочности клеевых соединений - после воздействия влажной камеры (влажность 98 %, $T=40 ^\circ\text{C}$ ), в течение: 5 суток 10 суток 30 суток - после термоциклирования от ( $-40 ^\circ\text{C}$ ) до $+100 ^\circ\text{C}$	9,6 9,0 8,0 9,0	2,5-3,5 2,0-2,5 - -	8,5 7,0 6,5 8,0

Таблица 3

## Адгезионная прочность клеевых соединений при склеивании различных субстратов\*

Склеиваемые субстраты	Предел прочности клеевых соединений при сдвиге, МПа			Предел прочности клеевых соединений при равномерном отрыве, МПа		
	ЭАТС	ЭПО	УП5-177-2	ЭАТС	ЭПО	УП5-177-2
1. Сталь	27,0-32,0	5,0-7,0	25,0-27,0	35,0-38,0	8,0-9,0	28,0-30,0
2. Алюминиевый сплав Д-16АТ	18,0-22,0	4,0-5,0	15,0-18,0	31,0-37,0	6,0-7,5	25,0-27,0
3. Нержавеющая сталь	16,0-18,0	4,0-4,5	12,0-14,0	30,0-32,0	5,5-6,5	23,5-24,0
4. Латунь	12,0-14,0	3,5-4,0	10,0-11,5	18,0-20,0	4,0-4,5	15,5-16,0
5. Медь	7,0-8,0	2,0-3,0	5,5-6,0	15,0-16,0	3,5-4,0	14,5-15,5
6. Керамика	12,0-14,0	5,0-6,0	8,5-9,0	15,0-20,0	7,5-8,0	12,0-14,5
7. Стеклопластик	22,0-24,0	4,0-5,0	10,0-11,5	28,0-30,	6,5-7,5	22,5-24,5
8. Текстолит	15,0-18,0	3,5-4,5	8,5-9,5	22,0-25,0	5,0-5,5	18,5-19,5
9. Полиэтилен	0,9-1,5	0,6-0,8	0,5-1,2	1,2-2,5	0,9-1,2	1,5-2,0
10. Полиэтилен (с активированной поверхностью)	8,0-9,0	2,5-4,0	6,5-8,0	12,0-14,0	8,0-8,0	10,0-12,0

\* Режим отверждения – 25<sup>0</sup>С/24 часа**Заключение**

Таким образом, анализ литературных данных по свойствам отечественных и зарубежных аналогов адгезивов для соединения полимерных и разнородных материалов подтвердил актуальность проблемы и обозначил пути модификации эпоксидных полимерных композиций. Сравнительные испытания с ранее известными и применяемыми клеями показали, что разработанный нами клей по технологичности (жизнеспособность), скорости набора прочности при отверждении (табл. 1) при 20-25 °С и 0-5 °С, по эксплуатационным характеристикам (табл. 2): прочности при повышенных (80-100 °С) и пониженных (до -40°С) температурах, воздействию влажности и термоциклированию, а также адгезионной прочности при склеивании различных субстратов (табл. 3) – имеет существенные преимущества по всему комплексу испытаний. Эти преимущества позволяют рекомендовать данный клей в качестве надежного конструкционного клея, в том числе при соединении разнородных материалов в строительных и др. конструкциях.

**Список литературы**

1. Кардашов Д.А. Конструкционные клеи. – М.: Химия, 1980. – 288 с.
2. Петрова А.П. Клеящие материалы. Справочник. – М.: ЗАО «Редакция (РиК)», 2002. – 196 с.
3. Зайцев Ю.С., Пактер М.К., Кучер Р.В. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции. – Киев: Наукова думка, 1990. – 200 с.
4. Строганов В.Ф. Проблемы адгезионной прочности при склеивании высокоэнергетических субстратов // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 118-127.
5. Энциклопедия полимеров (под ред. Кабанова В.А.). – М.: Изд-во «Сов. Энциклопедия», 1977, Т. 3. – С. 410-413.
6. Kimura, Kaoru. Эпоксидные клеи для склеивания металлов с термопластами. Adhes. Soc. Jap, 1987, 23, № 11. – С. 443-448.
7. Заявка Яп. № 51-109037 (СО9 J 3/14, 24(5) В 511). Сэйтэцу Кагаку коге К.К. Склеивание полиэтилена с металлами. 19.03.75 г.
8. Заявка Яп. №64-60681 (СО9 J 5/02, В 29С 65/52. Топпан инсацу К.К. Способ соединения ПЭ пленок. 28.08.87 г.
9. Cada O., Smela N. Склеивание пластмасс друг с другом и с металлами / Adhasion, 1981, 25, № 3. – С. 162-164.
10. А.С. № 1237692 (СО9 J 5/02). Способ склеивания полиолефинов с металлом. ЭНИМС, опубл. 14.08.84 г.

11. Кочергин Ю.С., Кулик Т.А., Манец И.Г. и др. Эпоксидные клеи для ремонта горношахтного оборудования. // Пластмассы, 1987, № 5. – С. 47-49.
12. Кочергин Ю.С., Кулик Т.А., Строганов В.Ф. и др. Клей для дейдвудных уплотнений // Технология судостроения, 1985, № 5. – С. 39-40.

**Stroganov V.F.** – doctor of chemical sciences, professor

E-mail: svf08@mail.ru

**Stroganov I.V.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: tarhankut68@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Epoxy adhesives for connection of polymeric and diverse materials

#### Resume

It is known that in many cases the manufacture of constructions, for example of dissimilar materials, the most appropriate to apply the adhesive technology based on the use of high-strength structural adhesives. Such adhesives include epoxy adhesives deserved to have some unique properties and are almost limitless opportunities for modification of performance (adhesion, cohesion, uprugodeformatsionnyh, etc.).

In the article the results of the analysis of the existing domestic and foreign curable adhesives without heat. Based on the analysis defines a set of properties necessary to develop adhesives for reliable connection of polymeric and dissimilar materials. To ensure the set of properties held modification resin ED-20 carboxylate rubbers SKN-CTR and target supplements UP-616, ETS-32, and others carried out a comprehensive study developed an epoxy adhesive in comparison with the known epoxy glues similar purpose, and shows its advantages in the curing rate (50-70 % for 2-4 hours at 20°C versus 0,5-7 days for other brands adhesives) to maintain performance at temperatures of 80-100°C, and after exposure and vlagokamery thermocycling. These indicators allow the glue application developed for materials with different energy surface (steel, aluminum alloy, copper, fiberglass, polyethylene, etc.).

**Keywords:** adhesive technology, epoxy adhesives, bonding difficult substrates, adhesion and strength characteristics of the adhesive joints.

#### References

1. Kardashov D.A. Structural adhesives. – M.: Chemistry, 1980. – 288 p.
2. Petrov A.P. Adhesives. Handbook. – M.: CJSC «Editorial (RECs)», 2002. – 196 p.
3. Zaitsev Y.S., Pacter M.K., Coachman R.V. Epoxy oligomers and adhesive compositions. – Kiev: Naukova Dumka, 1990. – 200 p.
4. Stroganov V.F. Problems of adhesion when bonding high energy substrates // News KGASU, 2012, № 1 (19). – P. 118-127.
5. Encyclopedia of Polymers (ed. Kabanov V.A.). – M.: Publishing house «Sov. Encyclopedia», 1977, V. 3. – P. 410-413.
6. Kimura, Kaoru. Epoxy adhesives for bonding metals with thermoplastics. Adhes. Soc. Jap, 1987, 23, № 11. – P. 443-448.
7. Application Yap. № 51-109037 (SO9 J 3/14, 24 (5) 511). Seytetsu Kagaku Kogyo KK Polyethylene bonding with metals, 19/03/75.
8. Application Yap. № 64-60681 (SO9 J 5/02, B 29C 65/52. Toppan insatsu KK method of jointing of PE films, 28/08/87.
9. Cada A., Smela N. Bonding plastics with one another and with metals / Adhasion, 1981, 25, № 3. – P. 162-164.
10. AS № 1237692 (SO9 J 5/02). Method metal bonding polyolefins. ENIMS, publ. 14.08.84.
11. Kochergin Y.S., Kulik T.A., Manets I.G. etc. Epoxy adhesives for repair of mining equipment. // Plastics, 1987, № 5. – P. 47-49.
12. Kochergin Y.S., Kulik T.A., Stroganov V.F. etc. Glue for stern tube seals / Shipbuilding Technology, 1985, № 5. – P. 39-40.

УДК 666.952: 691.54

**Халиуллин М.И.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: khaliullin@kgasu.ru

**Рахимов Р.З.** – доктор технических наук, профессор

**Гайфуллин А.Р.** – кандидат технических наук, ассистент

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Пуццоланическая активность керамзитовой пыли и её зависимость от удельной поверхности**

#### **Аннотация**

Рассмотрено влияние удельной поверхности и гранулометрического состава молотой керамзитовой пыли определенного химического и минерального состава на её пуццоланическую активность, а также основные физико-механические свойства искусственного камня на основе композиционного гипсоизвестковокерамзитового вяжущего. На основе полученных зависимостей определены оптимальные значения удельной поверхности и количества добавки молотой керамзитовой пыли при ее совместном введении с известью для получения композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости.

**Ключевые слова:** искусственный камень, керамзитовая пыль, композиционные гипсовые вяжущие, пуццоланическая активность, удельная поверхность.

#### **Введение**

Повышение водостойкости материалов и изделий на основе строительного гипса является актуальной задачей, позволяющей существенно расширить области применения и объемы потребления этого экономичного по себестоимости производства по сравнению с известью и портландцементом минерального вяжущего вещества. В работах А.В. Волженского [1], А.В. Ферронской, В.Ф. Коровякова [2] и других исследователей [3, 4] были разработаны составы гипсовых вяжущих повышенной водостойкости и водостойких с применением в качестве одного из исходных компонентов различных видов активных минеральных добавок на основе природного сырья и отходов промышленности. Активные в пуццоланическом отношении минеральные добавки вступают в химическое взаимодействие с другими компонентами композиционных гипсовых вяжущих, обеспечивая образование водостойких продуктов, уплотняющих структуру искусственного камня и защищающих от растворения образующиеся контакты срастания гипсовых кристаллов [5]. В связи с этим одной из проблем, решение которой позволяет повысить экономическую и экологическую привлекательность производства и применения гипсовых вяжущих повышенной водостойкости, является поиск недорогих и доступных местных активных минеральных добавок, в частности использование техногенных отходов.

Известно, что к таким эффективным добавкам с относительно высокой пуццоланической активностью относится керамзитовая пыль, являющаяся многотоннажным отходом промышленности строительных материалов [6-8].

В ранее выполненных авторами работах [9, 10] показано, что пробы керамзитовой пыли, отобранные на различных предприятиях и стадиях пылеочистки, отличаются по гранулометрическому, химическому, минеральному, фазовому составам и пуццоланической активности. Установлено, что керамзитовая пыль представляет собой термоактивированную глину, в состав которой входит недегидратированные глинистые минералы с неразрушенной кристаллической структурой (реликтовая недегидратированная глина) и дегидратированные глинистые минералы с кристаллической структурой различной степени дефектности, а также рентгеноаморфная фаза, включающая продукты термической обработки глинистых минералов, характеризующиеся полным отсутствием кристаллическости. При этом повышение пуццоланической активности молотой керамзитовой пыли, а также рост прочности и водостойкости искусственного камня на основе композиционных гипсовых вяжущих при совместном введении добавок

керамзитовой пыли и извести связаны с повышением в составе проб керамзитовой пыли суммарного содержания дегидратированных глинистых минералов, рентгеноаморфной фазы и уменьшением содержания недегидратированной глины.

Целью настоящей работы стало исследование влияния удельной поверхности молотой керамзитовой пыли на её пуццоланическую активность и основные физико-механические свойства искусственного камня на основе композиционного гипсоизвестковокерамзитового вяжущего (КГИКВ).

### Методы и материалы

Для получения КГИКВ были использованы следующие материалы:

– строительный гипс Г-6БП производства ООО «Аракчинский гипс» (г. Казань) по ГОСТ 125;

– керамзитовая пыль с циклонов пылесоса цеха керамзитового гравия ООО «Камэнергостройпром» (г. Нижнекамск);

– строительная известь второго сорта производства ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов» по ГОСТ 9179, которая вводилась в состав КГИКВ в количестве 5 % по массе.

Химический состав керамзитовой пыли (% по массе):  $\text{SiO}_2$  – 59,12;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 17,85;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 9,7;  $\text{CaO}$  – 1,74;  $\text{MgO}$  – 3,01;  $\text{K}_2\text{O}$  – 2,26;  $\text{TiO}_2$  – 0,92;  $\text{SO}_3$  – 0,93;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,81;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,22;  $\text{MnO}$  – 0,2; потери при прокаливании – 3,05.

Минералогический состав проб керамзитовой пыли, по данным рентгенофазового анализа (% по массе): недегидратированные и дегидратированные глинистые минералы – 53; кварц – 15; полевые шпаты – 5; ангидрит – 3; рентгеноаморфная фаза – 27.

Анализ методом набухания, выполненным по ГОСТ 8735, показал, что керамзитовая пыль содержит 9,5 % недегидратированной глины.

Измельчение керамзитовой пыли осуществлялось в лабораторной планетарной мельнице МПЛ-1. Определение удельной поверхности керамзитовой пыли проводилось на приборе ПСХ-9 методом Козени-Кармана по воздухопроницаемости и пористости уплотненного слоя порошка при атмосферном давлении. Определение гранулометрического состава молотой керамзитовой пыли производили методом лазерной диспергации объекта на приборе «LA-950» фирмы Horiba Instruments Ins.

Определение пуццоланической активности керамзитовой пыли осуществлялось по поглощению  $\text{CaO}$  согласно методике ТУ 21-31-62-89.

Испытания гипсовых вяжущих осуществлялись по ГОСТ 125, образцы гипсового камня испытывались после 28 сут. хранения в нормальных условиях с последующим высушиванием до постоянной массы. Определение коэффициента размягчения осуществлялось по ТУ 21-0284757.

### Результаты и обсуждение результатов

Исследования пуццоланической активности молотой до удельных поверхностей 250, 500 и 800  $\text{m}^2/\text{kg}$  керамзитовой пыли показали, что она составляет 336, 462 и 477  $\text{mg}/\text{g}$ , соответственно. Таким образом, увеличение удельной поверхности от 250 до 800  $\text{m}^2/\text{kg}$  приводит к повышению пуццоланической активности керамзитовой пыли на 42 %.

На рис. 1, 2 и 3 представлены результаты исследований влияния количества добавки керамзитовой пыли с различной удельной поверхностью, соответственно, на нормальную плотность, прочность и коэффициент размягчения искусственного камня на основе КГИКВ.

Рост нормальной плотности КГИКВ при увеличении количества вводимой добавки молотой керамзитовой пыли (рис. 1) может объясняться её пористой структурой, повышающей водопотребность вяжущего. Также наблюдается закономерный рост водопотребности вяжущего с увеличением удельной поверхности добавки керамзитовой пыли от 250 до 800  $\text{m}^2/\text{kg}$ .

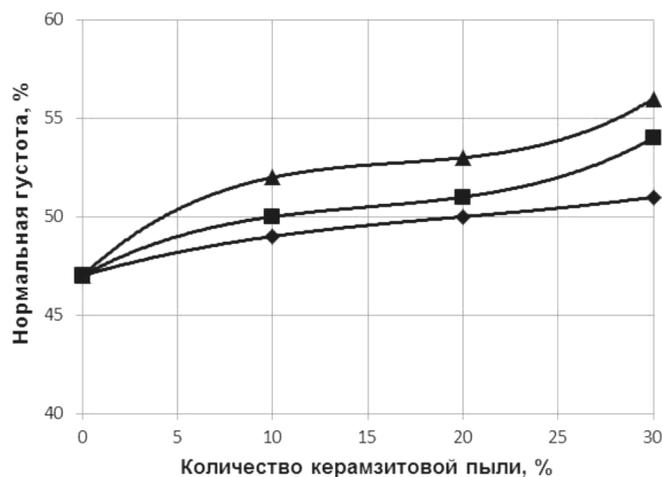


Рис. 1. Влияние количества добавки керамзитовой пыли с различной удельной поверхностью на изменение нормальной плотности КГИКВ.  
Удельная поверхность керамзитовой пыли:  $\blacklozenge$  – 250 м²/кг;  $\blacksquare$  – 500 м²/кг;  $\blacktriangle$  – 800 м²/кг

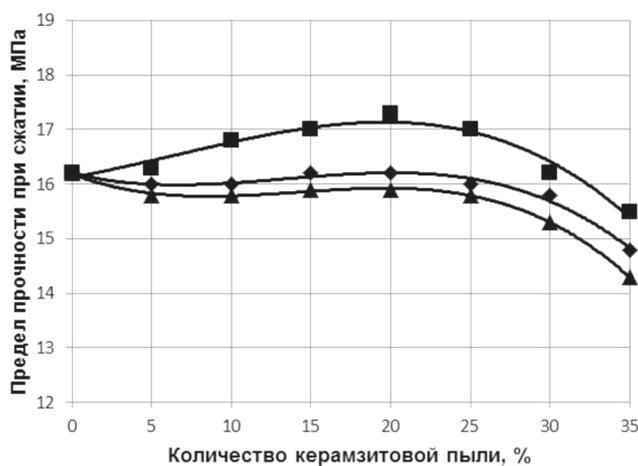


Рис. 2. Влияние количества добавки керамзитовой пыли с различной удельной поверхностью на прочность камня КГИКВ.  
Удельная поверхность керамзитовой пыли:  $\blacklozenge$  – 250 м²/кг;  $\blacksquare$  – 500 м²/кг;  $\blacktriangle$  – 800 м²/кг

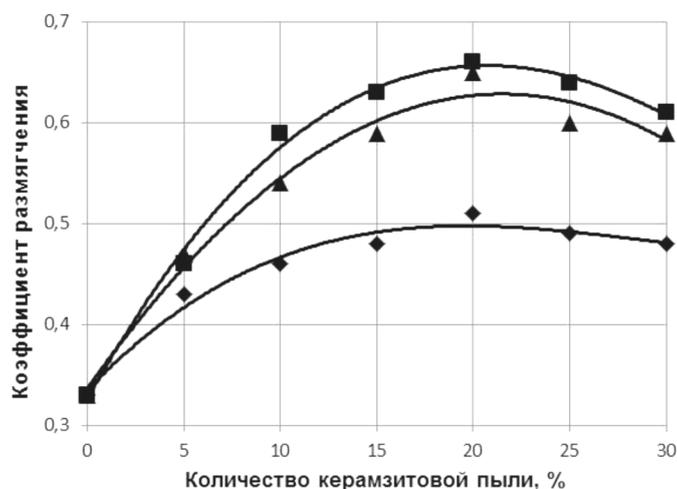


Рис. 3. Влияние количества добавки керамзитовой пыли с различной удельной поверхностью на коэффициент размягчения камня КГИКВ  
Удельная поверхность керамзитовой пыли:  $\blacklozenge$  – 250 м²/кг;  $\blacksquare$  – 500 м²/кг;  $\blacktriangle$  – 800 м²/кг

Данные исследований, приведенных на рис. 2, показывают следующее. При содержании керамзитовой пыли от 0 до 5 % наблюдается снижение прочности, что может объясняться определенным нарушением структуры камня двуводного гипса при относительно низком объеме продуктов взаимодействия керамзитовой пыли и извести. При повышении содержания керамзитовой пыли до 15-25 % наблюдается повышение прочности, вероятно, связанное с увеличением объема упрочняющих искусственный камень продуктов взаимодействия керамзитовой пыли и извести. Наибольшее повышение прочности искусственного камня на основе КГИКВ с 16,2 МПа для контрольных образцов на основе бездобавочного вяжущего до 17,3-17,0 МПа наблюдается при введении, соответственно, 20-25 % добавки керамзитовой пыли с удельной поверхностью 500 м<sup>2</sup>/кг. При введении аналогичного количества добавки керамзитовой пыли с удельной поверхностью 250 и 800 м<sup>2</sup>/кг прочность искусственного камня на основе КГИКВ сохраняется приблизительно на уровне прочности контрольных образцов. Менее высокие показатели прочности искусственного камня на основе КГИКВ при введении добавки с удельной поверхностью 250 м<sup>2</sup>/кг, по сравнению с введением добавки керамзитовой пыли с удельной поверхностью 500 м<sup>2</sup>/кг, могут быть объяснены её меньшей гидравлической активностью, а при введении добавки с удельной поверхностью 800 м<sup>2</sup>/кг – увеличением водопотребности вяжущего.

Анализ данных, приведенных на рис. 3, показывает, что наиболее высокие показатели коэффициента размягчения искусственного камня на основе КГИКВ достигаются при введении 20-25 % добавки керамзитовой пыли с удельной поверхностью 500 м<sup>2</sup>/кг, коэффициент размягчения повышается от 0,33 для контрольных образцов до, соответственно, 0,66-0,64. При введении такого же количества добавки керамзитовой пыли с удельной поверхностью 800 м<sup>2</sup>/кг коэффициент размягчения искусственного камня на основе КГИКВ повышается до 0,65-0,6; с удельной поверхностью 250 м<sup>2</sup>/кг – только до 0,51-0,49.

На рис. 4 представлены результаты исследований гранулометрического состава пробы керамзитовой пыли молотой до удельной поверхности 250, 500 и 800 м<sup>2</sup>/кг методом лазерной диспергации.

Для керамзитовой пыли, размолотой до удельной поверхности 250 м<sup>2</sup>/кг (рис. 4 а), при среднем размере частиц 183 мкм наблюдается бимодальный характер дифференциальных кривых распределения частиц с наличием двух основных фракции: фракции 1-30 мкм с максимумом, соответствующим размеру частиц 6-15 мкм, содержание которой составляет 25,4 %, и фракции 30-1000 мкм с максимумом, соответствующим размеру частиц 250-400 мкм, содержание которой составляет 74,6 %.

При дальнейшем помоле добавки керамзитовой пыли до удельной поверхности 500 м<sup>2</sup>/кг (рис. 4 б) наблюдается смещение размеров частиц с наибольшим содержанием к более мелким фракциям. Средний размер частиц составляет 101 мкм. Бимодальный характер дифференциальных кривых распределения частиц сохраняется при увеличении содержания фракции 1-30 мкм с максимумом, соответствующим размеру частиц 6-15 мкм, до 32,9 % и, соответственно, уменьшением содержания фракции 30-1000 мкм с максимумом, соответствующим размеру частиц 200-350 мкм, до 67,1 %.

У керамзитовой пыли, размолотой до удельной поверхности 800 м<sup>2</sup>/кг (рис. 4 в), средний размер частиц составляет 21 мкм. При сохранении бимодального характера дифференциальных кривых распределения частиц содержание фракции 1-30 мкм с максимумом, соответствующим размеру частиц 6-15 мкм, составляет 55,6 %, содержание фракции 30-1000 мкм с максимумом, соответствующим размеру частиц 50-150 мкм, составляет 44,4 %.

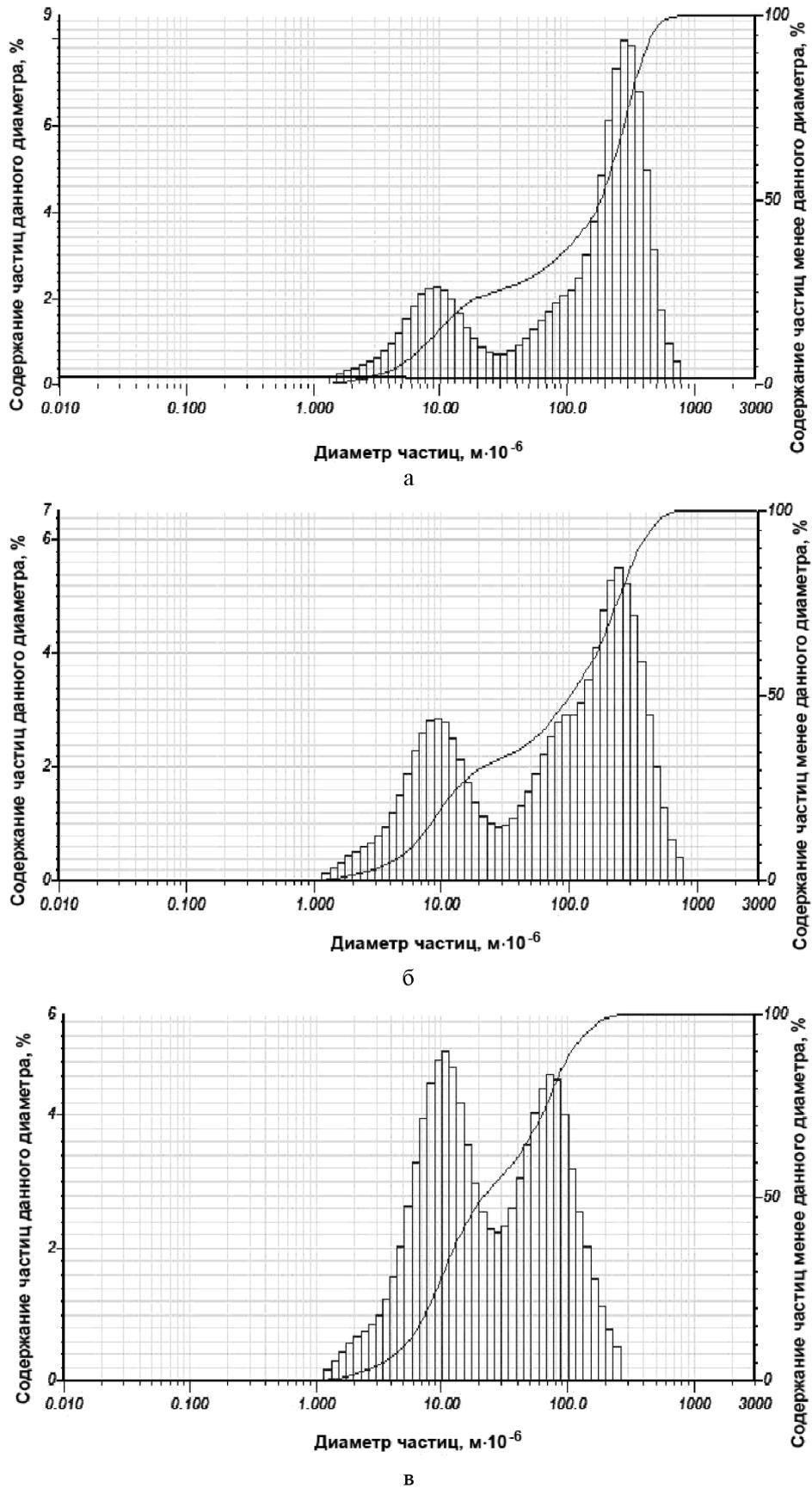


Рис. 4. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц молотой керамзитовой пыли с различной удельной поверхностью. Удельная поверхность керамзитовой пыли: а) 250 м<sup>2</sup>/кг; б) 500 м<sup>2</sup>/кг; в) 800 м<sup>2</sup>/кг;

Таким образом, с увеличением удельной поверхности керамзитовой пыли при помоле наблюдается закономерное увеличение дисперсности частиц. Увеличение тонкости помола свыше 800 м<sup>2</sup>/кг при существующем помольном оборудовании вызывает значительное увеличение продолжительности помола, что делает проведение дальнейших исследований в этом направлении нецелесообразным.

### Заключение

Приведенные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы.

С увеличением удельной поверхности керамзитовой пыли от 250 до 800 м<sup>2</sup>/кг наблюдается повышение ее пуццоланической активности, что согласно данным анализа гранулометрического состава керамзитовой пыли связано с ростом ее дисперсности. При использовании молотой керамзитовой пыли в качестве активной минеральной добавки для получения КГИКВ повышенной водостойкости с увеличением удельной поверхности керамзитовой пыли от 250 до 500 м<sup>2</sup>/кг наблюдается повышение прочности и водостойкости искусственного камня, которые незначительно снижаются при увеличении удельной поверхности керамзитовой пыли от 500 до 800 м<sup>2</sup>/кг. Некоторое снижение физико-технических показателей искусственного камня на основе КГИКВ при увеличении удельной поверхности добавки керамзитовой пыли от 500 до 800 м<sup>2</sup>/кг может быть связано с повышением водопотребности вяжущего.

Таким образом, введение в строительный гипс добавок молотой керамзитовой пыли с оптимальной удельной поверхностью 500 м<sup>2</sup>/кг в количестве до 20-25 % совместно с 5 % извести позволяет получить КГИКВ с прочностью при сжатии до 17,3-17,0 МПа и коэффициентом размягчения 0,66-0,64, относящиеся к вяжущим повышенной водостойкости, которые могут применяться для получения штукатурных, кладочных, напольных растворов для зданий с нормальным влажностным режимом.

### Список литературы

1. Волженский А.В., Роговой М.И., Стамбулко В.И. Гипсоцементные и гипсошлаковые вяжущие материалы и изделия. – М.: Госстройиздат, 1960. – 162 с.
2. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Чумаков Л.Д., Мельниченко С.В. Водостойкие гипсовые вяжущие низкой водопотребности для зимнего бетонирования // Строительные материалы, 1992, № 5. – С. 24-26.
3. Садуакасов М.С., Румянцев Б.М., Аасад М. Регулирование структурообразования камня из ГВНВ добавкой портландцемента // Известия вузов. Строительство, 1993, № 5-6. – С. 19.
4. Айрапетов Г.А., Панченко А.И., Несветаев Г.В., Нечушкин А.Ю. Многокомпонентное бесклинкерное водостойкое гипсовое вяжущее // Строительные материалы, 1996, № 1. – С. 28-29.
5. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общей ред. А.В. Ферронской. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 488 с.
6. Горин В.М., Токарева С.А., Сухов В.Ю., Нехаев П.Ф., Авакова В.Д., Романов Н.М. Расширение областей применения керамзитового гравия // Строительные материалы, 2003, № 11. – С. 19-21.
7. Баженов Ю.М., Коровяков В.Д., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 96 с.
8. Лесовик В.С., Погорелов С.А., Строкова В.В. Гипсовые вяжущие материалы и изделия. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БелгТАСМ, 2000. – 224 с.
9. Гайфуллин А.Р., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З. Строительный гипс с добавками керамзитовой пыли // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). – С. 166-171.
10. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И., Гайфуллин А.Р. Состав и гидравлическая активность керамзитовой пыли // Цемент и его применение, 2013, № 1. – С. 124-128.

**Khaliullin M.I.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: khaliullin@kgasu.ru

**Rakhimov R.Z.** – doctor of technical science, professor

**Gaifullin A.R.** – candidate of technical sciences, assistant

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### **Pozzolanic activity of a haydite dust and its dependence on a specific surface**

#### **Resume**

Results of researches influence of a specific surface and granulometric structure of a ground haydite dust of a certain chemical and mineral composition on its pozzolanic activity, and also the main physical and technical properties of an artificial stone on the basis of the composite gypsumlimehaydite binder are presented. It is established that with increase in a specific surface of a haydite dust from 250 to 800 sq.m/kg increase of its pozzolanic activity for 42 % is observed that according to data of the analysis of granulometric structure of a haydite dust is connected with growth of its dispersion. The dependences characterizing influence of a specific surface and the maintenance of an additive of a ground haydite dust on the main physics and technology properties of a composite gypsumlimehaydite binder and artificial stone on its basis are received. It is established that introduction of 20-25 % of an additive of a ground haydite dust with a specific surface of 500 sq.m/kg together with 5 % of lime in gypsum binder provides increase of coefficient of a softening of an artificial stone from 0,33 to 0,66-0,64 that corresponds to indicators for composite gypsum binders to the increased water resistance.

**Keywords:** artificial stone, composite gypsum binder, haydite dust, pozzolanic activity, specific surface.

#### **References**

1. Volzhensky A.B., Rogovoi M.I., Stambulko V.I. Gypsumzement and gypsumshlag binders materials and products. – M.: Gosstroyisdat, 1960. – 162 p.
2. Ferronskaja A.V., Korovjakov V.F., Chumakov L.D., Melnichenko S.V. Waterproof gypsum knitting low water requirement for winter concreting // Construction Materials, 1992, № 5. – P. 24-26.
3. Saduakasov M.S., Rumjantsev B.M., Aasad M. Regulirovanie of structurization of a stone from GK an additive of portland cement // News of higher educational institutions. Construction, 1993, № 5-6. – P. 19.
4. Ajrapetov G.A., Panchenko A.I., Nesvetaev G.V., Nechushkin A.J. Multicomponent clinker-free waterproof gypsum binder // Construction Materials, 1996, № 1. – P. 28-29.
5. Ferronskaja A.V. Gypsum materials and products (production and application). Reference book. – M.: Publishers ASV, 2004. – 488 p.
6. Gorin V.M., Tokareva S.A., Suhov V.Yu., Nehaev P.F., Avakova V.D., Romanov N.M. Expansion of scopes of haydite gravel // Construction Materials, 2003, № 11. – P. 19-21.
7. Bazhenov Yu.M., Korovjakov V.F., Denisov G.A. Technology of dry construction mixes. – M.: Publishers ASV, 2003. – 96 p.
8. Lesovik V.S., Pogorelov S.A., Strokova V.V. Gypsum binder materials and products. Tutorial. – Belgorod: BelGTASM, 2000. – 224 p.
9. Gaifullin A.R., Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z. Gypsum binder with additives of a haydite dust // News of the KSUAE, 2012, № 2 (20). – P. 166-171.
10. Rakhimov R.Z., Khaliullin M.I., Gaifullin A.R. Structure and hydraulic activity of a claydite dust // Cement and its Applications, 2013, № 1. – P. 124-128.



УДК 69.058.7

**Ибрагимов Р.А.** – кандидат технических наук, старший преподаватель  
E-mail: rusmag007@yandex.ru

**Изотов В.С.** – доктор технических наук, профессор  
E-mail: v\_s\_izotov@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**  
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Мингазов Р.Х.** – доктор педагогических наук, профессор  
E-mail: rmpso@mail.ru

**Киямов И.К.** – доктор экономических наук, профессор

**Музафаров А.Ф.** – главный инженер

**ООО «Институт Технологий»**

Адрес организации: 420097, Россия, г. Казань, ул. Зинина, д. 3

### Создание интеллектуальной 3D-модели объекта посредством наземного лазерного сканирования

#### Аннотация

Приводятся результаты создания интеллектуальной 3D-модели объекта «Установка производства линейных альфа-олефинов» при помощи наземного лазерного сканирования. Работы проводились в два этапа, общее количество стоянок лазерного сканера составило 591 стоянку. Результаты наземного сканирования использовались для моделирования объекта. Полученная трехмерная документация позволяет выполнить любые геометрические измерения, сформировать и выпустить рабочую, проектную документацию, а также выполнить необходимые расчеты.

**Ключевые слова:** наземное лазерное сканирование, моделирование, облако точек, интеллектуальная модель.

В настоящее время организации, работающие с проектами по реконструкции или модернизации промышленных объектов, осуществляющие при проектировании технологию пространственного моделирования на этапе проектирования, сталкиваются с тем, что отсутствует необходимая документация. Очень часто нет сведений о строительных конструкциях, расположении инженерных коммуникаций и т.д. Для решения подобного рода задач, когда необходимо произвести десятки и сотни тысяч замеров, на помощь приходит технология наземного лазерного сканирования.

Для сбора пространственных данных по объекту, имеющему сложную конфигурацию в плане, насыщенном оборудованием, используется метод наземного «лазерного сканирования». На основе данных, полученных при сканировании (облаков точек), можно создавать чертежи планов, разрезов, а также трехмерные модели площадок действующих производств.

Полученная интеллектуальная модель – информационная система, основанная на трехмерной модели проектируемого объекта, с набором необходимой информации [1].

В данной работе рассматривается информационная 3D-модель с атрибутивной информацией действующего объекта «Установка производства линейных альфа-олефинов» завода Олигомеров ОАО «Нижнекамскнефтехим».

Под атрибутивной информацией понимаются следующие сведения (параметры):

1) По трубопроводам:

- размер линии;
- код среды;
- номер узла;
- порядковый номер;
- класс труб (технические требования к трубе);
- тип изоляции;
- толщина изоляции;
- расчетное давление и температура.

2) По оборудованию:

- расчетное давление и температура;
- класс труб (технические требования к трубе).

Создание интеллектуальной 3D-модели рассматриваемого объекта проводилось в два этапа:

I этап. Геодезические работы по наземному лазерному сканированию объекта;

II этап. Создание интеллектуальной 3D-модели объекта.

Всего в процессе лазерного сканирования было отсканировано 18 участков, 5 из которых представляли собой здания и сооружения (многоярусные установки), остальные 13 – трубопроводные эстакады. Общее количество стоянок (место, с которого производилось сканирование) лазерного сканера составило 591.



Рис. 1. Зоны сканирования 14, 15, 18

При проведении комплекса работ по наземному трехмерному лазерному сканированию использовалась лазерная сканирующая система Faro Focus 3D.

Наземное лазерное сканирование является самым оперативным и высокопроизводительным средством получения точной и наиболее полной информации о пространственном объекте. Суть технологии заключается в определении пространственных координат точек объекта. Процесс реализуется посредством измерения расстояния до всех определяемых точек с помощью импульсного лазерного безотражательного дальномера. Измерения производятся с очень высокой скоростью – тысячи измерений в секунду. На пути к объекту импульсы лазерного дальномера-сканера проходят через систему, состоящую из одного подвижного зеркала, которое отвечает за вертикальное смещение луча. Горизонтальное смещение луча лазера производится путем поворота верхней части сканера относительно нижней, жестко прикрепленной к штативу. Зеркало и верхняя часть сканера управляются прецизионными сервомоторами. В конечном итоге именно они обеспечивают точность направления луча лазера на снимаемый объект. Зная угол разворота зеркала и верхней части сканера в момент наблюдения и измеренное расстояние, процессор вычисляет координаты каждой точки.

Сканирование проводится с нескольких точек. В результате съемки лазерным сканером получается несколько групп точек, которые обыкновенно называют «облаками точек». Как при фотографировании, так и при сканировании можно видеть только одну часть объекта. А для того, чтобы снять объект полностью, его нужно отсканировать со всех сторон. Уравнивание (объединение) всех «облаков точек» в единое геометрическое пространство возможно, если в каждом из «облаков точек» присутствует не менее трех

общих сфер или марок. После уравнивания (объединения) всех «облаков точек» в единое геометрическое пространство получается единое описание объекта съемки (рис. 2). Процесс уравнивания называется регистрацией. Места стоянок выбирались таким образом, чтобы по возможности захватить в область сканирования все трубопроводы и промышленные сооружения с исключением так называемых «мертвых зон» (невидимых зон поверхности всех вышеперечисленных элементов).

«Облако точек» всего объекта представлено на рис. 3.



Рис. 2. Фрагмент эстакады в программе Scene 5.1, наложение фото на облако точек

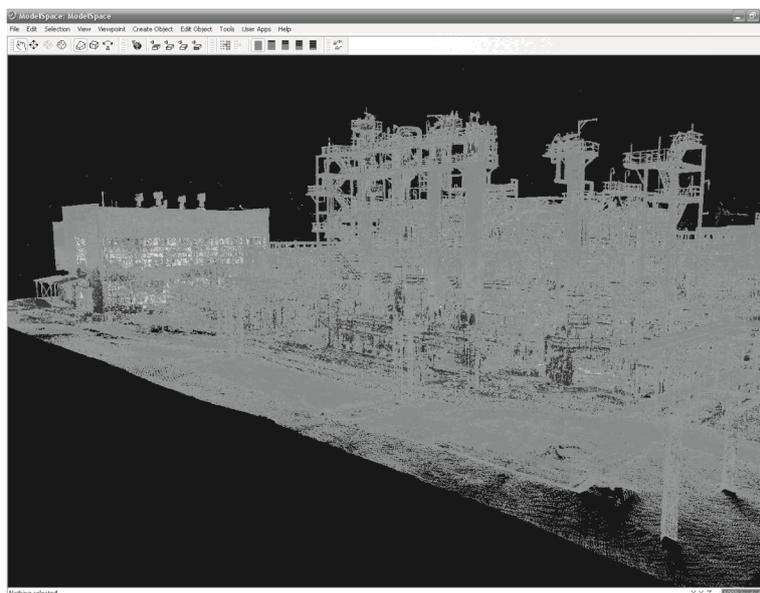


Рис. 3. «Облако точек» всего объекта

Далее проводилось 3D-моделирование объекта в программном обеспечении Smart Plant 3D с использованием результатов наземного лазерного сканирования (рис. 4).

SmartPlant 3D – система для управления и информационного сопровождения промышленных объектов на базе интегрированных информационных 3D-моделей. Использование SmartPlant 3D обеспечивает пользователей многочисленными возможностями по интеграции технической информации и документации на базе центрального хранилища данных (единая база данных проекта), взаимосвязанного с объектно-иерархической структурой промышленного объекта.

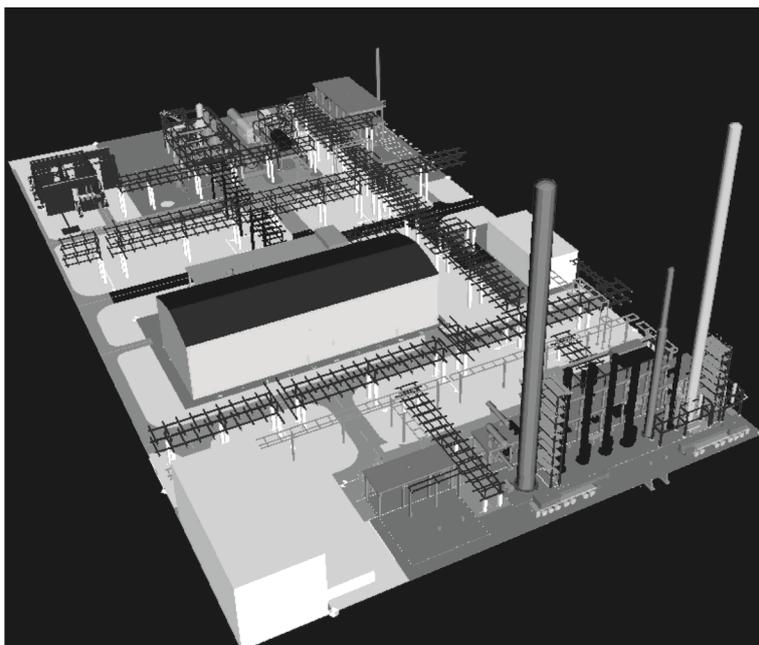


Рис. 4. Общий вид 3D-модели объекта

Мы использовали один из наиболее эффективных, точных и оперативных методов сбора пространственной информации – метод наземного лазерного сканирования. На основе полученных данных была создана 3D-модель объекта «Установка производства линейных альфа-олефинов» завода Олигомеров ОАО «Нижнекамскнефтехим».

Трехмерная модель, полученная в результате 3D-моделирования, была адаптирована под специальную САПР проектантов. Использование трехмерной модели позволяет осуществлять не только геометрические измерения, а также формировать и производить рабочую или проектную документацию, выполнять необходимые расчеты, а также пользоваться другими программными комплексами, совместимыми с AutoCAD.

Наземное лазерное сканирование широко применяется в России в последние годы и становится все более популярным. Преимущества технологии лазерного сканирования очевидны, тем более, что сканеры приобретают все большую точность, большую скорость и дальность измерений.

Технология наземного лазерного сканирования применяется при модернизации и реконструкции действующих производств, при производстве ремонтных работ, а также при проектировании в условиях плотной застройки. Высокая точность лазерного сканирования одновременно с 3D-моделированием позволяет получить достоверные и качественные исходные данные для проектирования сложных объектов.

Применение самого современного оборудования и программного обеспечения, разработка новых решений и методик обработки данных – ключевой фактор к снижению стоимости проведения работ, улучшению качества и точности получаемых результатов, сокращению сроков проектирования и повышению производительности труда.

#### Список литературы

1. Воробьев С. Интеллектуальные трехмерные модели для реконструкции и модернизации объектов ТЭК на основе технологий лазерного сканирования. // Проектирование промышленных объектов, 2011, № 1. – С. 80-85.
2. Вальдовский А., Хмелевский М., Есиновский В., Шакин И., Оверченко Е. Технология лазерного сканирования и 3D-моделирования гидротехнических сооружений. // Речной транспорт (XXI век), 2010, № 6. – С. 38-42.
3. Середович В.А., Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А. Наземное лазерное сканирование / Монография. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.

**Ibragimov R.A.** – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: rusmag007@yandex.ru

**Izotov V.S.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: izotov\_V\_S@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

**Mingazov R.H.** – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: rmpso@mail.ru

**Kiyamov I.K.** – doctor of economical sciences, professor

**Muzafarov A.F.** – chief civil engineer

**LLC «Institute of Technology»**

The organization address: 420097, Russia, Kazan, Zinin st., 3

### **Creating a 3D-model of the object of intellectual by terrestrial laser scanning**

#### **Resume**

Creating of intellectual 3D-model of the object was carried out in two stages: the geodetic work on terrestrial laser scanning; and the creation of intellectual 3D-model of the object.

Based on the purpose of the work, the density determined by the points selected in such a way that the simulation of the object has no trouble recognizing and geometric arrangement of individual elements.

With each point of standing scanner performs a detailed scan and OCR spheres and brands in order to accurately determine the coordinates of their centers. Overall accuracy of the cross-linking of individual point cloud was 3 mm. 3D-object modeling «Installing production of linear alpha-olefins» factory of oligomers of «NKNKh» was carried out in software Smart Plant 3D, using the results of terrestrial laser scanning.

Obtained three-dimensional documentation has been adapted for specialized CAD designers and allows you to perform any geometric dimensions. The use of modern equipment and software, the development of new solutions and methods of data processing – a key factor to reduce the cost of the work, to improve the quality and accuracy of the results.

**Keywords:** terrestrial laser scanning, modeling, point cloud, intellectual model.

#### **References**

1. Vorobyov S. Intelligent three-dimensional model for the reconstruction and modernization of the levonorgestrel-tech laser scanning. // *Designing industrial facilities*, 2011, № 1. – P. 80-85.
2. Wald A., Chmielewski M., Esinovsky W., Shakin I., Overchenko E. Laser scanning technology and 3D-modeling of hydraulic structures. // *River transport (XXI century)*, 2010, № 6. – P. 38-42.
3. Seredovich V.A., Komissarov A.V., Komissarov D.V., Shirokova T.A. Terrestrial laser scanning / Monograph. – Novosibirsk: SSGA, 2009. – 261 p.

УДК 69.058.7

**Мартынов М.М.** – ассистент

E-mail: evgeniya-martyno@mail.ru

**Ибрагимов Р.А.** – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: rusmag007@yandex.ru

**Изотов В.С.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: v\_s\_izotov@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Разработка конструкции щита термоактивной опалубки**

#### **Аннотация**

В работе представлена конструкция щита термоактивной опалубки и приведены результаты влияния электропрогрева бетонной смеси на изменение температуры бетона в разных точках прогрева и собственного тепловыделения бетона в процессе «термосного» выдерживания. Приведенные результаты свидетельствуют о высокой эффективности термоактивной опалубки, а также о недостатке прогрева бетона в углах опалубки.

**Ключевые слова:** щитовая опалубка, электропрогрев бетона, зимнее бетонирование.

При выборе опалубки важно знать, является ли она комплексной системой, то есть можно ли из одних и тех же модулей создавать как вертикальные, так и горизонтальные конструкции различных форм и размеров. До сих пор не удалось найти альтернативу палубе из многослойной фанеры, поэтому уделяется особое внимание тому, чтобы несущая конструкция обеспечивала минимальное напряжение фанеры на кручение и изгиб, защищала ее от влаги и предохраняла от механических повреждений.

Существуют несколько способов тепловой обработки бетона [1, 2].

Способ термоса – данный способ предусматривает обеспечение положительной температуры бетона во время его твердения за счет тепла, полученного в результате подогрева бетонной смеси, и тепла, выделяемого бетоном во время его твердения. Чтобы ускорить процесс твердения бетона, в него вводят химические добавки.

Электротермообработка бетона – осуществляется методами электродного прогрева, электрообогрева различными электронагревательными приборами индукционного нагрева. В производстве зимнего бетонирования наибольшее распространение получил электродный прогрев бетона. В основном этим способом прогревают бетонные конструкции с модулем поверхности 5...20.

Обогрев инфракрасными лучами – данный способ основывается на передаче бетону тепла в виде лучистой энергии, при этом происходит ускорение твердения бетона. В качестве источника инфракрасных лучей используют следующие устройства: металлические трубчатые нагреватели (ТЭНы), стержневые карборундовые излучатели, термоматы. Эффективность данного метода обогрева достигается применением его для тонкостенных конструкций.

Индукционный прогрев – действует на основе энергии переменного магнитного поля, которая преобразуется в стальной опалубке или арматуре в тепловую и передается бетону.

Паропрогрев и воздухопрогрев – являются способами дополнительного прогрева бетона. Применение их требует больших дополнительных затрат и применяется для тонкостенных конструкций.

Прогрев нагревательными проводами (ПНСВ, ПРСП) – данный вид тепловой обработки бетона является достаточно эффективным и активно применяется в технологии зимнего бетонирования, так как он подходит для всех типов конструкций монолитного домостроения. Из минусов следует отметить повреждение греющего кабеля при заливке бетона в конструкцию, в результате чего бетон остается непрогретым.

Изучив положительные и отрицательные стороны всех существующих методов тепловой обработки бетона, мы решили остановить свой выбор на термоактивной опалубке.

Обогрев бетона с помощью термоактивной опалубки целесообразен при использовании инвентарных опалубок со стальной или фанерной палубой при бетонировании разнообразных конструкций, включая фундаменты, стены, перекрытия при отрицательных температурах наружного воздуха до минус 25 °С. Особенно эффективен способ при возведении конструкций, бетонирование которых должно вестись без перерывов, а также конструкций, насыщенных арматурой. Метод обогрева экономически выгоден и технологически целесообразен при использовании съемной крупнощитовой и блочной опалубок [3].

Фрагмент конструкции термоопалубки приведен на рис. 1.



Рис. 1 Щит термоопалубки: 1 – нагревательный провод типа ПНСФЭ-1,4; 2 – теплоотражатель типа фольгоизол; 3 – теплоизоляционный материал типа пенополиуретан

Для проведения эксперимента нами была разработана конструкция щита термоактивной опалубки, представленной на рис. 2.

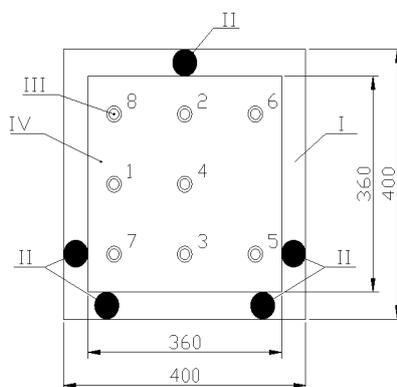


Рис. 2. Конструкция щита термоактивной опалубки: I – термоактивная опалубка, II – греющие элементы, III – термодары, IV – бетон, 1...8 – номера термодар

Термоактивная опалубка представляет собой коробчатую конструкцию, состоящую из щитов ламинированной фанеры размером 400x400 мм, высотой 500 мм, внутри которой установлен металлический оцинкованный короб толщиной 0,6 мм.

Для определения эффективности данной опалубки нами был проведен эксперимент по прогреву бетона в опалубке с целью определения температур в указанных точках опалубки.

Для приготовления бетона использовался портландцемент Ульяновского завода М400 Д20 и песчаногравийная смесь Камско-Устьинского месторождения в соотношении 1:3. Водоцементное отношение составило 0,42.

Бетонная смесь укладывалась в термоактивную опалубку слоями и уплотнялась штыкованием. Далее осуществлялся прогрев бетонной смеси греющим элементом, в

качестве которого использовался кабель системы «Теплый пол». Эксперимент проводился в лаборатории кафедры при температуре воздуха +25°C, температура греющего кабеля составила 40 °C.

Реализация данного эксперимента проводилась с использованием современной контрольно-измерительной аппаратуры, позволяющей получить реальную картину распределения теплового поля внутри бетона.

В качестве контрольно-измерительной аппаратуры был выбран прибор УКТ 38-Щ4 ТС (устройство для измерения и контроля температуры восьмиканальное) производства НПФ «Овен». Датчиками для измерения температуры бетона служили игольчатые термомпары погружного типа. До начала эксперимента проводилось тарирование каждого из датчиков в условиях положительных температур. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

После 10-часового прогрева образец был вынут из термоактивной опалубки и испытан на прочность прибором ИПС МГ 4.01 «Оникс», который показал следующие результаты: в зоне интенсивного прогрева образца прочность бетона составила 16,6-17,8 МПа и в зоне наименьшего прогрева – 13-15,8 МПа. При этом марка бетона на 28 суток составила В30. Через сутки прочность бетона в опалубке в зоне интенсивного прогрева (в местах расположения термомпар № 1, 3, 4, 5, 7) составила 43 %, а в зоне наименьшего прогрева (в местах расположения термомпар № 2, 6, 8) прочность бетона составила 34 % от марочной.

Таблица 1

Результаты экспериментального исследования подъема температуры в термоактивной опалубке

Время твердения, мин	Номера термомпар							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Температура бетона, °C							
0	25	24,5	23,0	23,0	23,0	23,5	22,5	22,5
60	27,7	26,8	24,4	23,8	24,7	24,8	23,5	23,2
120	29,8	28,7	26,0	25,2	25,6	25,7	24,4	23,9
180	31,1	30,2	27,3	26,4	26,3	26,4	25,0	24,6
240	32,1	31,2	28,5	27,5	26,9	27	25,6	25,1
300	33,1	32,4	29,6	28,8	27,7	27,8	26,3	25,8
360	34,5	33,8	31,0	30,2	28,7	28,8	27,4	26,7
420	35,6	34,8	32,1	31,2	29,6	29,6	28,1	27,5
480	36,7	36	33,4	32,6	30,7	30,7	29,2	28,4

На рис. 3 представлена термограмма распределения температуры в бетоне.

Исходная средняя температура бетонной смеси сразу после уплотнения была 22,5°C, в процессе прогрева наблюдается изменение температуры в различных зонах опалубки. Наиболее высокая температура в зоне расположения термомпар № 1, 2, а на углах опалубки идут наибольшие потери тепла, особенно в местах расположения термомпар № 7, 8.

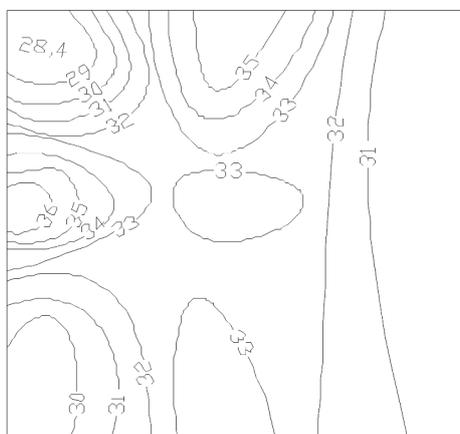


Рис. 3. Термограмма распределения температуры в бетоне через 8 ч изотермического прогрева

Для оценки влияния тепловой изоляции термоактивной опалубки на потерю тепла при естественном твердении бетона был проведен эксперимент методом «термоса» с измерением собственного тепловыделения. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

После заливки бетона в опалубку для предотвращения теплопотерь опалубку накрывали теплоизолирующим матом. Эксперимент проводился при температуре наружного воздуха +22 °С.

Таблица 2

## Измерение собственного тепловыделения бетона в опалубке методом «термоса»

Время твердения, мин	Номера термопар							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Температура бетона, °С							
0	22,6	22,6	22,6	22,9	22,4	22,4	22,5	22,5
60	22,6	22,6	22,8	23,0	22,4	22,4	22,7	22,6
120	23,0	23,0	23,0	23,3	22,9	22,8	22,9	22,8
180	23,0	23,0	23,0	23,3	22,9	22,8	22,9	22,8
240	23,2	23,2	23,4	23,6	23,1	23,0	23,1	23,0
300	23,5	23,5	23,7	24,0	23,5	23,2	23,4	23,2
360	23,7	23,7	24,0	24,2	23,7	23,4	23,8	23,5
420	24,1	24,1	24,4	24,8	24,2	23,7	24,7	23,7
480	24,6	24,5	24,8	25,2	24,2	23,9	24,7	24,0
540	25,0	25,0	25,2	25,7	24,9	24,5	25,0	24,3
600	25,2	25,2	25,6	26,1	25,2	24,8	25,1	24,6

На рис. 4 показана зависимость собственного тепловыделения в бетоне от времени твердения.

Так же, как и в случае прогрева, наибольшая температура наблюдается в центре опалубки в зоне расположения термопар № 4, 1, 2, 3. Наибольшие потери тепла наблюдаются в углах опалубки, в местах расположения термопар № 6, 8.

Градиент температуры в процессе внешнего изотермического прогрева выше, чем при естественном твердении.

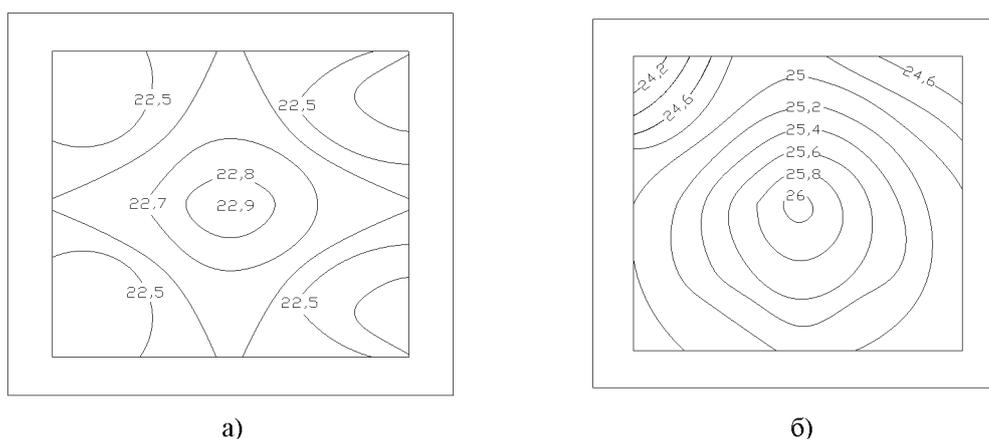


Рис. 4. Термограмма распределения температуры в бетоне:  
а) сразу при бетонировании; б) через 10 ч термосного выдерживания

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Для получения распалубочной прочности бетона необходимо более длительно прогревать бетон либо усилить температурный режим обработки бетона.
2. Наибольшие теплопотери наблюдаются в углах термоактивной опалубки, следовательно, необходимо предусматривать меры по усилению прогрева бетона на этих участках либо предусматривать дополнительный слой тепловой изоляции.

### Список литературы

1. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование. – М.: Стройинформ; Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 424 с.
2. Минаков Ю.А., Сленьков В.А. Возведение зданий из монолитного бетона в термоактивной опалубке: учебное пособие. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 260 с.
3. Мазов Е.П. Строительство монолитных зданий. – М.: Изд-во ГИСИС, 2011. – 107 с.

**Martynov M.M.** – assistant

E-mail: evgeniya-martyno@mail.ru

**Ibragimov R.A.** – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: rusmag007@yandex.ru

**Izotov V.S.** – doctor of the technical sciences, professor

E-mail: v\_s\_izotov@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Development of the construction of formwork of thermoactive shield

#### Resume

The paper presents the construction of formwork of thermoactive shield and the results of impact of concrete mixture electric heating on the change in temperature of concrete at the different points of heating and concrete own heat emission by «thermos» method. Shows the placement of thermocouples in the body design of the concrete. According to the experimental results obtained, that the strength of concrete in the area of greatest warming is 43 % of brand strength, and in the area of the smallest heating – 34 % of brand strength. Design flaw was a big heat loss at the corners of formwork design, despite the deployment in the area of heated elements.

To determine the effectiveness of the method of timbering «thermos» was defined own heat concrete. As a control measuring equipment was selected device UKT 38 SCH4 TC (a device for measuring and monitoring temperature Eight) production NPF «Aries». Sensors to measure the temperature of concrete were needle thermocouple immersion type.

The experimental results showed that the greatest heat emission takes place in the core of the formwork, which was recorded by thermocouples.

These results indicate the high efficiency of the thermoactive formwork, and the lack of concrete heating in the corners of the formwork.

**Keywords:** panel forms, concrete electric heating, winter concreting.

#### References

1. Concrete. Materials. Technology. Equipment. – М.: Stroyinform; Ростов n/D: Phoenix, 2006. – 424 p.
2. Minakov J.A., Slenkov V.A. Construction of buildings made of reinforced concrete in the formwork thermo: Textbook. – Yoshkar-Ola Mari State Technical University, 2008. – 260 p.
3. Mazov E.P. Construction of monolithic buildings. – М.: Publishing House of the GISIS, 2011. – 107 p.



УДК 624.21 + 519.23

**Майстренко И.Ю.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: igor\_maystr@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

## **Оценка выносливости элементов стальных конструкций автодорожных мостов на основе метода имитационного статистического моделирования**

### **Аннотация**

В работе представлены основы для усовершенствованной системы оценки, позволяющей на основе метода имитационного статистического моделирования в комбинации с другими методами теории надежности и математической статистики выполнить расчетное прогнозирование выносливости элементов стальных конструкций автодорожных мостов. Отличие предлагаемой системы оценки состоит в том, что в расчетах используются статистические функции распределения характерных факторов, а переход от исходных к промежуточным и конечным параметрам осуществляется на основе детерминированных функций взаимодействия между этими факторами. В основу получения аналитических выражений для описания случайных процессов изменения во времени расчетных параметров положен прием доверительной аппроксимации числовых множеств, разработанный автором.

**Ключевые слова:** автодорожный мост, стальная конструкция, выносливость, имитационный, статистический, моделирование.

**Введение.** Для оценки выносливости элементов стальных конструкций мостов и их соединений требуется информация, позволяющая учитывать изменчивость скорости и интенсивности подвижной нагрузки, ее взаимное расположение как в колонне, так и по полосам (при многополосном движении), а также ряд других характерных факторов, предусмотренных сводом правил СП.35.13339.2011 [1].

Как показывает анализ результатов различных научных исследований в области мостостроения, а также работ в смежных отраслях науки [6, 9], уже накоплен достаточно разнообразный статистический материал, который требует систематизации и в определенной степени верификации. Так, например, в работе [2] представлена статистическая информация по результатам изучения особенностей движения временных подвижных нагрузок и разработаны алгоритмы их нормирования, а в работе [5] представлены результаты исследований по физико-химическому и математическому моделированию коррозионного разрушения стальных конструкций.

В данной работе рассмотрены основы для усовершенствованной методики оценки и расчетного прогнозирования выносливости элементов стальных конструкций автодорожных мостов, базирующиеся на комбинациях методов теории надежности и математической статистики, методов строительной механики и менеджмента риска [8]. Отличие предлагаемой системы оценки состоит в том, что в расчетах используются статистические функции распределения характерных факторов, а переход от исходных к промежуточным и конечным параметрам осуществляется на основе детерминированных функций взаимодействия между этими факторами и алгоритмов обработки числовых множеств [3, 4], получаемых при имитационном моделировании основных процессов.

Также следует отметить, что в настоящее время происходит активное внедрение и совершенствование различных систем автоматизированного контроля транспортных потоков. Использование такого рода систем, как, например, «Авто-Инспектор» и «График-Инспектор», позволяет формировать статистические отчеты по параметрам уличного движения на конкретных направлениях – улицах, подходах и непосредственно на искусственных сооружениях. Это, в свою очередь, дает возможность получения достаточно объективной информации о количестве проехавших автомобилей, средней скорости потока, загруженности полос движения, средней дистанции между автомобилями, интервале времени между проездами автомобилей, количестве легковых и грузовых автомобилей. Таким образом, новые технологии контроля транспортных потоков

позволяют, с заданной достоверностью, выполнить прогнозирование случайных процессов в системе «искусственное сооружение – среда эксплуатации – процессы деградации».

**Основные положения усовершенствованной системы оценки выносливости.** Рассмотрим характерную расчетную комбинацию: «циклы нагрузки – усталостная прочность элемента – процессы деградации». Запишем условия обеспечения сопротивления усталостному разрушению для выбранной расчетной комбинации, при этом будем считать, что за период времени  $t$  имели место определенные постепенные изменения расчетных свойств элемента (процессы деградации):

$$\sigma_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\sigma} \leq R_{v\sigma}(t)|(N_{\Delta R}, N_v), \quad (1)$$

$$\tau_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\tau} \leq R_{v\tau}(t)|(N_{\Delta R}, N_v), \quad (2)$$

$$\left( \frac{\sigma_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\sigma}}{R_{v\sigma}(t)|(N_{\Delta R}, N_v)} \right)^3 + \left( \frac{\tau_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\tau}}{R_{v\tau}(t)|(N_{\Delta R}, N_v)} \right)^5 \leq 1, \quad (3)$$

где  $\sigma_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\sigma}$  и  $\tau_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\tau}$  – случайные процессы изменения за время эксплуатации элемента амплитудного нормального и касательного напряжения в расчетном сечении при определенном числе циклов  $N_{\Delta\sigma}$  и  $N_{\Delta\tau}$  перемены напряжений,  $R_{v\sigma}(t)|(N_{\Delta R}, N_v)$  и  $R_{v\tau}(t)|(N_{\Delta R}, N_v)$  – случайные процессы изменения во времени длительной, на базе  $N_v$  циклов, усталостной прочности элемента при определенном числе циклов  $N_{\Delta R}$  нагружения.

Параметры неравенств (1)-(3) оцениваются индивидуально для каждой группы элементов и могут быть получены на основании детерминированных функций взаимодействия между протекающими во времени случайными процессами:

$$\sigma_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\sigma} = \frac{S_{n\sigma}(t) + S_{v\sigma}(t, N_{\Delta\sigma})}{A_\sigma(t) \cdot \gamma_m(t)}, \quad (4)$$

$$\tau_{\max,ef}(t)|N_{\Delta\tau} = \frac{S_{n\tau}(t) + S_{v\tau}(t, N_{\Delta\tau})}{A_\tau(t) \cdot \gamma_m(t)}, \quad (5)$$

где  $S_{n\sigma}(t)$  и  $S_{n\tau}(t)$  – случайные процессы изменения соответствующих расчетных усилий от воздействия постоянной нагрузки,  $S_{v\sigma}(t, N_{\Delta\sigma})$  и  $S_{v\tau}(t, N_{\Delta\tau})$  – то же от воздействия временной нагрузки при определенном числе циклов нагружения;  $\gamma_m(t) \leq 1$  – случайный процесс изменения условий загрузки элемента за время эксплуатации,  $A_\sigma(t)$  и  $A_\tau(t)$  – случайные процессы изменения во времени геометрических характеристик сечения для соответствующего вида напряженно-деформированного состояния элемента.

$$R_{v\sigma}(t)|(N_{\Delta R}, N_v) = R_v|N_v + [R(t) - R_v|N_v] \cdot \frac{\ln(N_v) - \ln(N_{\Delta R})}{\ln(N_v)}, \quad (6)$$

$$R_{v\tau}(t)|(N_{\Delta R}, N_v) = k_{\sigma\tau} \cdot [R_{v\sigma}(t)|(N_{\Delta R}, N_v)], \quad (7)$$

где  $R_v|N_v$  – массив случайных реализаций длительной усталостной прочности элемента, установленной на базе определенного числа  $N_v$  циклов,  $R(t)$  – случайный процесс изменения во времени предела прочности при однократном нагружении элемента,  $k_{\sigma\tau}$  – коэффициент перехода от основного расчетного сопротивления к расчетному сопротивлению для соответствующего вида напряженно-деформированного состояния элемента.

В основу получения аналитических выражений для описания случайных процессов изменения во времени расчетных параметров положен **прием доверительной аппроксимации числовых множеств**, разработанный автором, который состоит в следующем. Вначале анализируются и систематизируются исходные данные, определяются характерные для каждого расчетного параметра зоны перехода (фазы состояния), которые представляются в форме вектора состояний. Далее проводится выбор наиболее опасной (или практически значимой) прогностической модели, выполняется оптимальный подбор параметров аналитических выражений, характеризующих границы прогнозных областей с заданной доверительной вероятностью, и дается оценка адекватности модели. Задается шаг дискретизации модели (вектора времени) и с помощью генератора случайных чисел для каждого расчетного параметра создаются отдельные числовые множества, имеющие универсальное (равномерное) распределение в пределах границ изменчивости аппроксимирующих функций. В последующем аналогичные процедуры выполняются для всех рассматриваемых точек времени и затем осуществляется переход (вычисление) искомых параметров на основе детерминированных функций взаимодействия между исходными числовыми множествами. В результате получаем массивы случайных реализаций искомого параметра в точках времени, определенных шагом дискретизации. Для построения итоговой прогнозной модели вычисляются статистические характеристики полученного искомого параметра и выполняется их регрессионный анализ с целью описания рассматриваемых случайных процессов во времени.

Для выполнения имитационного моделирования расчетной комбинации по условиям (1)-(3) потребуется задать шаг дискретизации случайных процессов. Наиболее удобно принять шаг моделирования равным или сопоставимым с одним годом эксплуатации. Как известно, современные методы расчета усталостной прочности обычно базируются на линейной гипотезе накопления (суммирования) повреждений [5], получившей название гипотезы Пальмгрена-Майнера. Используя данную гипотезу, запишем условие, при котором усталостная прочность элемента будет исчерпана:

$$D\left(\vec{T}\right)_{N_{\Delta T}} \geq F\left(\vec{T}\right)_{N_{\Delta T}}, \quad (8)$$

где  $D\left(\vec{T}\right)_{N_{\Delta T}}$  – мера накопленных усталостных повреждений элемента в характерные точки времени  $\Delta T$ , представленные вектором  $\vec{T}$  определяющих событий режима эксплуатации конструктивной системы,  $F\left(\vec{T}\right)_{N_{\Delta T}}$  – критическое значение вероятности отказа конструктивного элемента в характерные точки времени.

В качестве меры, характеризующей полученные элементом усталостные повреждения за время его эксплуатации, предлагается использовать оперативную вероятность отказа, которая понимается как условная вероятность  $Q_D$ , действительная только при выполнении комплекса предположений, например, о типах распределений для базисных переменных [6]. Тогда оценка для левой части неравенства (8) имеет вид:

$$D\left(\vec{T}\right)_{N_{\Delta T}} \Rightarrow \sum_{\Delta T=1}^{n_T} \left( Q_D = \frac{n_{\Delta T}}{N_{\Delta T}} \right), \text{ при } N_{\Delta T} \rightarrow \infty, \quad (9)$$

где  $n_{\Delta T}$  – число превышений случайной реализации наибольшего расчетного напряжения над случайной реализацией длительной усталостной прочности элемента в характерных точках времени  $\Delta T$ , представленных вектором  $\vec{T}$ ,  $N_{\Delta T}$  – объем статистических испытаний, который соответствует числу циклов нагружения расчетного элемента в характерные точки времени  $\Delta T$ ,  $n_T$  – число элементов вектора  $\vec{T}$ .

Для получения критических значений вероятности отказа конструктивного элемента в характерные точки времени, представленных вектором  $\vec{T}$ , потребуется выполнение ряда процедур. В числе основных процедур следует выделить: определение конфигурации структурной схемы надежности технического объекта, определение мест переходов между стадиями жизненного цикла конструктивной системы, анализ использованных при проектировании методов расчета и определение уровня надежности конструктивной системы по стадиям жизненного цикла. Более подробно основные процедуры моделирования процесса изменения во времени уровня надежности конструктивной системы рассмотрены авторами в работе [7].

Рассмотрим пример использования положений усовершенствованной системы оценки выносливости для процедуры по формированию адекватной статистической модели транспортного потока и оценки числа расчетных воздействий на конструктивные элементы моста на основе изучения особенностей назначения и месторасположения сооружения. Проследим влияние изменения базовых компонент выбранной комбинации при следующих исходных данных. Мост автодорожный металлический балочный, расположен в черте крупного города, расчетный пролет  $L = 42$  м, число полос движения – по одной в каждом направлении, материал конструкции сталь 10ХСНД по ГОСТ 19282. По данным системы автоматизированного контроля, имеется информация о параметрах потока автотранспорта на подходах к сооружению на момент выполнения оценки: средняя скорость потока  $\mu_v = 25$  км/ч, максимальная скорость одиночного автомобиля, двигающегося с превышением установленной скорости, составила  $v_{\max} = 110$  км/ч.

Для оценки статистических параметров воздействий подвижной нагрузки используем модель изменения минимально допустимого расстояния между центрами тяжести смежных автомобилей  $L_{\min}$  от скорости движения  $v$  на основании данных наблюдений, приведенных в работе [2]. Учитывая изменчивость режима проезда автомобилей, расстояние между автомобилями  $L_{\min, \beta}(v)$  с надежностью  $\beta$  характеризуется детерминированной  $f(v)$  и случайной  $\varepsilon_{\beta}(v)$  составляющими скорости транспортного потока:

$$L_{\min, \beta}(v) = f(v) \pm \varepsilon_{\beta}(v). \quad (10)$$

Зададимся доверительной вероятностью  $\beta$ , равной 0,999. Тогда значения параметров в модели (10) по данным наблюдений, обобщенных в работе [2], определяются зависимостями, м/с:

$$f(v) = 0,057 \cdot v^{2,101} + 15,846, \quad (11)$$

$$\varepsilon_{\beta}(v) = 2,125 \cdot \sqrt{0,2 + \frac{8,61 \cdot (v - 15)^2}{28,284}}. \quad (12)$$

На рис. 1 показана модель изменения минимально допустимого расстояния безопасности между центрами тяжести смежных автомобилей от скорости движения для принятой доверительной вероятности. В этой модели сплошной линией показана детерминированная составляющая, полученная по формуле (11), а пунктирными линиями – границы случайной составляющей, рассчитанные по формуле (12).

Для описания изменения скорости потока автомобилей  $v(j)$  используем односторонне усеченный нормальный закон:

$$\left. \begin{aligned} v(j) &= f_v(\mu_v; \Delta_v) N_v, \text{ при } v_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N_v \\ v(j) &= 0 | N_v, \quad \text{при } v_j < 0, \quad j = 1, 2, \dots, N_v \end{aligned} \right\}, \quad (13)$$

где  $\mu_v$  и  $\Delta_v$  – выборочное среднее и среднее квадратическое отклонение скорости потока автомобилей,  $N_v$  – объем множества случайных реализаций параметра  $v(j)$ .

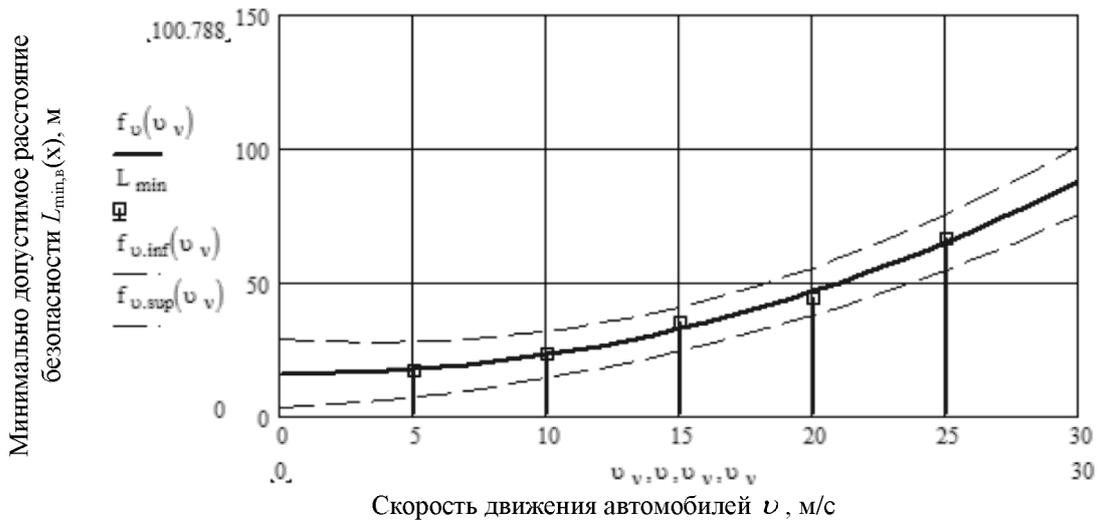


Рис. 1. Модель изменения минимально допустимого расстояния безопасности между центрами тяжести смежных автомобилей от скорости движения  $L_{\min,\beta}(v)$

Для исходной статистической информации:

$$\Delta_v = \frac{v_{\max} - \mu_v}{t_{N_v,\beta}} = 7,16 \text{ м/с}, \tag{14}$$

где  $t_{\beta,N_v}$  – коэффициент Стьюдента, зависящий от объема выборки  $N_v$  и принятой доверительной вероятности  $\beta$ , при соблюдении условия  $\beta \geq \frac{N_v - 1}{N_v + 1}$ .

Применяя закон распределения (13), с помощью генератора случайных чисел получаем массив случайных реализаций  $v(j)$ , который в сочетании с функциями взаимодействия (10) – (12) в последующем используем для моделирования расчетных ситуаций воздействия потока автомобилей. При этом подчиняем расчетную ситуацию усеченному закону Пуассона и проводим вычисление вероятности  $P_k(j)$  попадания  $k$  автомобилей ( $k \neq 0$ ) на отрезок  $L$  с учетом коррекции на стеснение транспортного потока, то есть числа автомобилей  $k = 1, 2, \dots, n$ , которые могут одновременно находиться на расчетном пролете. Для обработки числовых множеств использованы приемы и способы, позволяющие обеспечить наиболее эффективное решение поставленной задачи согласно исследованиям, выполненным в работе [4], а также детерминированные функции взаимодействия, обоснованные в работе [2]:

$$P_k(j) = \bar{P}_k(j) \cdot (1 + \Delta \bar{P}_k(j)), \tag{15}$$

$$\bar{P}_k(j) = c_k \cdot m(j) \cdot (j!)^{-1} \cdot \exp(-m(j)), \tag{16}$$

$$c_k = \left[ \sum_{j=1}^{N_v} \frac{m(j)}{(j!)} \right]^{-1} \cdot \exp(m(j)), \tag{17}$$

где  $c_k$  – постоянная величина усечения, определяемая максимально возможным числом

$n(j) = \frac{L}{L_{\min}(j)}$  автомобилей, которые могут одновременно находиться на отрезке  $L$ , за

интервал времени  $\tau$ , сек, если  $m(j) = L \cdot u(j) \cdot \tau \cdot v(j)$ ,  $\Delta \bar{P}_k(j)$  – вероятность появления дополнительных автомобилей в  $k$ -й разряд вследствие стеснения, оцениваемая пропорционально вероятностям  $P_k(j)$  для которых  $k = 0$ , в зависимости от интенсивности потока  $u(j)$ .

Интенсивность потока автомобилей  $u(j)$  моделируется на основании известной взаимосвязи с плотностью движения  $d(j)$ , например по данным работы [2], в которой предложена соответствующая линейная зависимость с помощью эмпирического коэффициента  $\kappa$ , значения которого установлены в пределах  $1,9 \cdot 10^{-5} \dots 3,7 \cdot 10^{-5}$ .

Вероятность  $\Delta \bar{P}_k(j)$  определяется выражением:

$$\Delta \bar{P}_k(j) = \frac{u(j) - \sum_{j=1}^{N_D} \bar{P}_k(j) \cdot \frac{\tau}{L} \cdot v(j)}{\frac{3600}{L} \cdot v(j) \cdot \sum_{j=1}^{N_D} (j \cdot \bar{P}_k(j))}. \quad (18)$$

Создадим массив случайных реализаций  $\kappa(j)$  с помощью функции равномерного распределения случайной величины и вычислим интенсивность потока на основании зависимости:

$$u(j) = \frac{d(j)}{\kappa(j)}. \quad (19)$$

Оценка ожидаемых событий  $\lambda_k$  одновременного нахождения  $k$  автомобилей на отрезке  $L$  за интервал времени  $\tau$  определится выражением:

$$\lambda_k(j) = \sum_{j=1}^{N_D} \left( P_k(j) \cdot \frac{\tau \cdot v(j) \cdot \psi(j)}{L} \right), \quad (20)$$

где  $\psi(j)$  – массив случайных реализаций параметра, учитывающего эффект стеснения движения вследствие маневрирования транспортных средств внутри потока, например, вследствие искусственного создания многополосного движения из-за несоблюдения установленного интервала между автомобилями – в рамках решения задачи исследования использована функция равномерного распределения величины, которая случайно изменяется между 0,8 и 1,0.

Для определения числа нагружений  $N_k$  пролетного строения моста за интервал  $\tau$  выполняются многократные прогоны  $n_{Nk}$  (не менее 50) модели изменчивости транспортного потока для исходной статистической информации:

$$N_{k,i} = \sum_k \sum_{j=1}^{N_D} \lambda_k(j) \Big|_{n_{Nk}}, \quad i = 1, 2, \dots, n_{Nk}, \quad (21)$$

и оцениваются наименьшее  $N_{k,i}^{\text{inf}}$  и наибольшее  $N_{k,i}^{\text{sup}}$  ожидаемое число нагружений пролетного строения моста:

$$\left[ N_{k,i}^{\text{inf}}; N_{k,i}^{\text{sup}} \right]. \quad (22)$$

Адекватность результатов, полученных в ходе имитационного эксперимента по оценке числа нагружений пролетного строения моста, подтверждается при выполнении условия:

$$N_D \in \left[ N_{k,i}^{\text{inf}}; N_{k,i}^{\text{sup}} \right]. \quad (23)$$

Если условие (23) не выполняется, то значение  $N_D$  корректируется, и данная процедура возобновляется до получения устойчивых результатов имитационного эксперимента.

Для исходных статистических данных при  $\tau = 1$  ч выполнено моделирование транспортного потока при  $\mu_D = 25$  км/ч,  $\beta = 0,999$  и  $N_D = 1400$  и определено, что наибольшее число автомобилей, которые могут одновременно находиться на расчетном пролете, равно трём. На основе разработанного автором программного модуля в среде MathCAD дана оценка числа расчетных воздействий на конструктивные элементы моста и установлено, что границы изменчивости ожидаемого числа расчетных воздействий за 1 час лежат в интервале от 1193 до 1503 (рис. 2). Адекватность полученных результатов подтверждается выполнением условия (23): ( $N_D = 1400$ )  $\in [1193; 1503]$ .

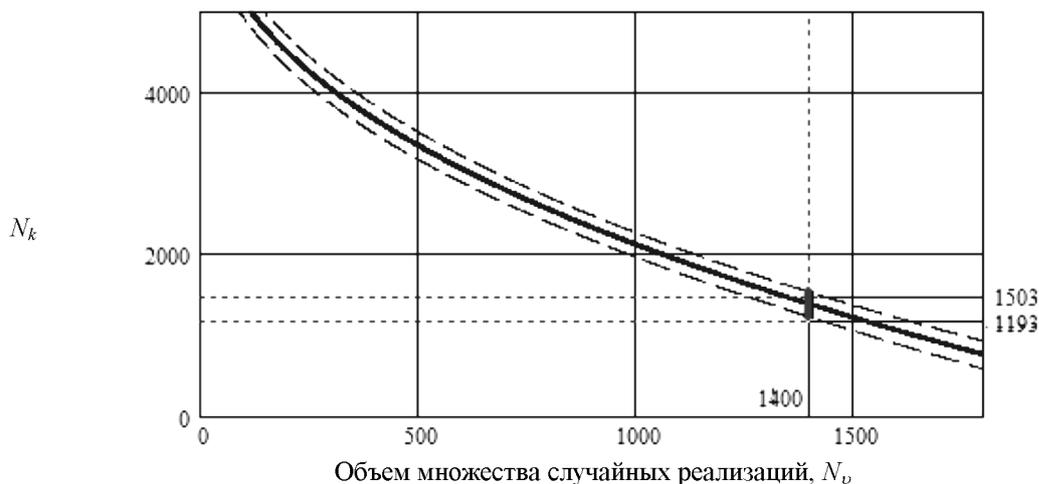


Рис. 2. Фрагмент анализа статистической зависимости ожидаемого числа нагружений пролетного строения моста  $N_k$  за 1 час от принятого объема имитационного эксперимента  $N_v$

В табл. 1 приведены основные статистические характеристики массива случайных реализаций  $P_k(j)$ , полученного по формуле (15), и даны интервальные оценки вероятности ожидаемого числа автомобилей, которые могут одновременно находиться на расчетном пролете  $L$ , при  $k = 1, 2, 3$ , с учетом коррекции на стеснение.

Таблица 1

Результаты оценки вероятности ожидаемого числа автомобилей, которые могут одновременно находиться на расчетном пролете за интервал 1 ч

Число автомобилей, которые могут одновременно находиться на расчетном пролете, $k$	Статистические характеристики массива случайных реализаций $P_k(j)$		Интервальная оценка вероятности ожидаемого числа автомобилей $P_k(j) \sim f\left(\mu_{Pk} \pm t_{\beta, N_v} \cdot \frac{\Delta P_k}{\sqrt{N_v}}\right)$	
	Среднее значение, $\mu_{Pk}$	Среднее квадратическое отклонение, $\Delta P_k$	Нижняя граница $P_{k,inf}$	Верхняя граница $P_{k,sup}$
1	$1,778 \cdot 10^{-3}$	$1,362 \cdot 10^{-3}$	$1,658 \cdot 10^{-3}$	$1,898 \cdot 10^{-3}$
2	$7,293 \cdot 10^{-4}$	$5,371 \cdot 10^{-4}$	$6,819 \cdot 10^{-4}$	$7,766 \cdot 10^{-4}$
3	$3,798 \cdot 10^{-4}$	$3,697 \cdot 10^{-4}$	$3,471 \cdot 10^{-4}$	$4,123 \cdot 10^{-4}$

**Пример использования положений усовершенствованной системы оценки выносливости** для процедуры по выбору расчетных схем загрузки временной нагрузкой. Для получения внутренних усилий в главных балках пролетного строения моста использован метод конечного элемента в перемещениях и программный комплекс «Ли́ра». Загружение пролетного строения выполнено на основании принципиальной схемы, показанной на рис. 3, применительно для  $k = 1, 2, 3$ . Разряд загрузки  $k$ , определяется числом автомобилей, размещенных на длине  $L$ .

Число расчетных загрузок (объем выборки) определяется возможными вариантами размещения  $k$  нагрузок на длине  $L$ . Последовательность выполнения комплекса загрузки пролета двухосной нагрузкой АК принята следующей:

– выбрано число расчетных сечений вдоль пролета моста – принято равным 41, с шагом дискретизации 1 м;

– загрузка разряда  $k = 1$  – загрузка одиночной тележкой АК (крайняя ось тележки устанавливалась на жесткую опору и затем последовательно смещалась вдоль пролета с выбранным шагом дискретизации);

– загрузка разряда  $k = 2$  – загрузка сдвоенной тележкой АК (крайняя ось первой тележки устанавливалась на жесткую опору, а вторая на расстоянии 1 м между передней осью первой и последней осью второй тележки, и затем последовательно вторая тележка смещалась вдоль пролета с выбранным шагом дискретизации; далее сдвоенная тележка АК смещалась на шаг дискретизации в сторону гибкой опоры, и в последующем все процедуры загрузки были повторены необходимое число раз);

– загрузка разряда  $k = 3$  – загрузка строенной тележкой АК (схема размещения аналогична принятой для загрузки разряда  $k = 2$  с корректировкой на число тележек АК; вначале третья тележка смещалась вдоль пролета с выбранным шагом дискретизации; далее вторая и третья тележка смещались на шаг дискретизации в сторону гибкой опоры с повторением процедур загрузки; затем строенная тележка смещалась на шаг дискретизации в сторону гибкой опоры, и процедуры загрузки также были повторены);

– статистический анализ полученных выборочных данных, с обоснованием закона распределения случайной величины для каждого отдельно взятого усилия и оценкой необходимых (определяющих) статистических параметров.

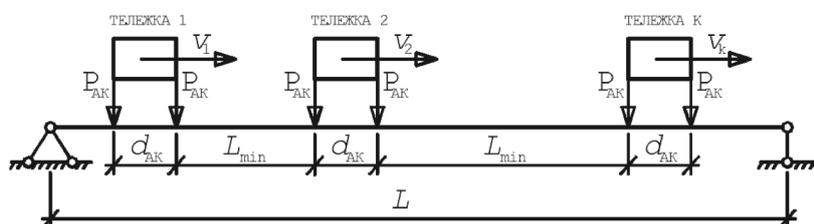


Рис. 3. Принципиальная схема загрузки главной балки пролетного строения временной нагрузкой:  $P_{AK}$  – нагрузка на ось тележки расчетного автомобиля;  $d_{AK}$  – база тележки двухосной колесной нагрузки;  $L_{min}$  – минимально возможное расстояние безопасности;  $v_1, v_2, \dots, v_k$  – скорость одиночного 1, 2, ...,  $k$ -го автомобиля;  $L$  – длина расчетного пролета

Таблица 2

**Результаты выполнения комплекса загрузок расчетного пролета временной нагрузкой по схеме АК**

k	Усилие	Объем выборки	Статистические характеристики выборки					
			Среднее арифметическое значение	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариации	Медиана выборки	Максимальное значение	Минимальное значение
1	$M_v$	41	2792,08 кН·м	1167,09 кН·м	0,418	3129,94 кН·м	4055,24 кН·м	289,58 кН·м
	$Q_v$	41	198,43 кН	111,61 кН	0,563	195,44 кН	388,49 кН	7,15 кН
2	$M_v$	820	4716,81 кН·м	1528,25 кН·м	0,324	4704,70 кН·м	8327,90 кН·м	293,15 кН·м
	$Q_v$	820	385,76 кН	148,86 кН	0,386	386,10 кН	743,60 кН	23,83 кН
3	$M_v$	2280	6608,78 кН·м	1751,33 кН·м	0,265	6629,24 кН·м	11061,05 кН·м	1551,55 кН·м
	$Q_v$	2280	570,3 кН	162,6 кН	0,285	572,0 кН	1036,6 кН	109,63 кН

Комплекс загрузок временной нагрузкой по схеме АК [1] выполнен для расчетного пролета 42 м при возможном размещении от одной до трёх тележек колесной нагрузки. В табл. 2 сведены статистические характеристики функций распределения

экстремальных (наибольших) значений изгибающего момента  $M_y$  и поперечной силы  $Q_y$ , действующих на одну главную балку пролетного строения.

Анализ данных табл. 2 показывает, что при планировании имитационного эксперимента число расчетных сечений вдоль пролета рациональнее выбирать таким образом, чтобы получать по окончании эксперимента выборки значений отдельно взятых усилий с объемом порядка  $10^3$  – это позволит уменьшить деформацию формы итогового распределения вероятностей.

**Вывод.** Имитационные эксперименты, базирующиеся на рациональной комбинации методов теории надежности и математической статистики, методов строительной механики и менеджмента риска, в сочетании с объективными данными систем автоматизированного контроля транспортных потоков, позволяют, с заданной достоверностью, выполнить прогнозирование случайных процессов в системе «искусственное сооружение – среда эксплуатации – процессы деградации».

### Список литературы

1. Свод правил СП.35.13339.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 341 с.
2. Барченков А.Г. Динамический расчет автодорожных мостов. – М.: Транспорт, 1976. – 199 с.
3. Кельтон В.Д., Аверилл Лоу. Имитационное моделирование. Классика CS. – 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Изд. гр. ВНУ, 2004. – 847 с.
4. Майстренко И.Ю., Манапов А.З. Статистическое моделирование работы строительных конструкций методом Монте-Карло. Работа с числовыми множествами // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). – С. 84-93.
5. Горохов Е.В., Брудка Я., Лубиньски М. и др. Долговечность стальных конструкций в условиях реконструкции. – М.: Стройиздат, 1994. – 488 с.
6. Шпете Г. Надежность несущих строительных конструкций / Пер. с нем. О.О. Андреева. – М.: Стройиздат, 1994. – 288 с.
7. Майстренко И.Ю., Манапов А.З. Моделирование процесса изменения во времени уровня надежности конструктивной системы // Известия КГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 132-140.
8. ГОСТ Р 51901.5-2005 (МЭК 61078:2006). Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности.
9. Райзер В.Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986. – 192 с.

**Maystrenko I.Yu.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: igor\_maystr@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Estimation durability of steel constructional elements of highway bridge on basis of statistical simulation method

#### Resume

To estimate the endurance of steel elements of bridges and their compounds requires information allowing to consider the variability of rate and intensity of movable load, its relative location in the column, and the bands (multilane in motion) as well as other relevant factors.

As the analysis of the results of various scientific studies in the field of bridge construction, as well as work in related fields of science, has accumulated a rich statistical material that requires a systematic and, to some extent, of verification.

This paper presents a framework for an improved methodology for assessing and forecasting the estimated endurance of steel structure elements of highway bridges based on a

combination of the reliability theory and mathematical statistics, methods of structural mechanics and risk management. The difference between the proposed evaluation system is used in the calculations that the statistical distribution functions characteristic factor, and the transition from the initial to intermediate and final parameters is based on deterministic functions interaction between these factors and algorithms for numerical sets obtained by a simulation of basic processes.

At the heart of obtaining analytical expressions for the description of random processes of change over time calculation parameters laid receiving confidential approximation of sets of numbers developed by the author.

The paper discusses the practical examples of developed regulations for an improved system of procedures for the formation of an adequate statistical model of traffic flow and estimate the number of estimated impacts on the structural elements of the bridge on the basis of studying the characteristics and location of the destination facilities and procedures for the selection of design schemes uploading time load.

Found that the simulation experiments based on a combination of rational methods of reliability theory and mathematical statistics, methods of structural mechanics and risk management, in conjunction with the objective data of automated traffic control, permit, with a given reliability, perform a prediction of random processes in the «artificial construction – Wednesday manual – processes of degradation».

**Keywords:** highway bridge, steel construction, durability, simulation, statistical, modeling.

### References

1. Rulebook SP.35.13339.2011. Bridges and pipes. Updated edition of SNIP 2.05.03-84\*. – M., 2011. – 341 p.
2. Barchenkov A.G. Dynamic calculation of road bridges. – M.: Transport, 1976. – 199 p.
3. Kelton V.D., Averill Lowe. Simulation. Classic CS. 3rd ed. – St. Petersburg: Peter, Kiev Univ. g. BHV, 2004. – 847 p.
4. Maystrenko I.Yu., Manapov A.Z. Statistical modeling of building structures using the Monte Carlo method. Working with numeric sets // News KSUAE, 2012, № 2 (20). – P. 84-93.
5. Gorohov E.V., Brudka J., Lubinski M. Et al Durability of steel structures under renovation. – M.: Stroyizdat, 1994. – 488 p.
6. Spaethe G. Reliability bearing structures / Per. with it O.O.Andreev. – M.: Stroyizdat, 1994. – 288 p.
7. Maystrenko I.Yu., Manapov A.Z. Simulation of the process of change in the level of reliability of the structural system // News KSUAE, 2010, № 1 (13). – P. 132-140.
8. GOST R 51901.5-2005 (IEC 61078:2006). Management of risk. Guidance on the application of methods of reliability analysis.
9. Reiser V.D. Methods of reliability theory in problems of normalization of design parameters of building structures. – M.: Stroyizdat, 1986. – 192 p.



УДК 336.22

**Евстафьева А.Х.** – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: evalsu@yandex.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### Теоретические основы налогового администрирования

#### Аннотация

Налоговое администрирование представляет собой активный, структурный элемент налоговой системы, способствующий ее устойчивому функционированию в экономике страны. В статье рассмотрены основные положения по налоговому администрированию и этапы развития современной налоговой системы страны в процессе эволюции налогового администрирования в Российской Федерации. Представлены проблемы налогового администрирования с позиции государства и налогоплательщика, даны рекомендации по совершенствованию налогового администрирования.

**Ключевые слова:** налоговое администрирование, налоговая система, институционализм, налоговые отношения, функции налогового администрирования, проблемы налогового администрирования.

Налоговое администрирование является одним из важнейших элементов налогового процесса, оказывает значительное влияние на экономическое развитие страны и ее регионов. Успешное налоговое администрирование повышает поступление налоговых доходов и соблюдение налоговой дисциплины, недостатки администрирования ведут к снижению налоговых доходов, к увеличению налоговых правонарушений.

В настоящее время особое значение в развитии теории и методологии налогового администрирования приобретает институциональный подход.

Институционализм – это учение, рассматривающее значение различных институтов, их взаимодействие в области принятия определенных решений.

Рассматривая налоговое администрирование с позиции институциональной теории, можно отметить, что налоговое администрирование является достаточно непростой категорией, даже институтом, в котором есть место: налоговой политике государства, налоговому механизму, налоговым отношениям, системе управления налоговыми органами, налоговому контролю за полнотой и своевременностью исполнения налогоплательщиками своих обязанностей [21, с. 177].

Главное место в институциональной структуре, осуществляющей налоговое администрирование, занимают налоговые органы, на которые возложены основные функции по сбору налоговых платежей. При перемещении товаров через таможенную границу РФ таможенные органы пользуются правами и исполняют обязанности налоговых органов. Специализированная служба органов внутренних дел призвана обеспечить экономическую, в том числе налоговую безопасность страны.

При исследовании институциональной среды применительно к теории и методологии налогового администрирования следует выделять микро- и макроуровни. Микроуровень представлен факторами, имеющими непосредственное отношение к самой организации, осуществляющей финансово-хозяйственную деятельность, в том числе поставщиками, конкурентами, посредниками, клиентами и т.д. Макроуровень включает факторы, которые носят глобальный характер и определяют обеспечение бюджетов различных уровней налоговыми платежами [22, с. 20].

Термин «налоговое администрирование» был введен в нашей стране с переходом на рыночную экономику. Налоговое законодательство не дает никакого определения сущности налогового администрирования.

Изучение отечественной экономической литературы выявило ограниченное число авторов, стремящихся раскрыть содержание понятия налогового администрирования. В табл. 1 представлено сопоставление определений «налоговое администрирование» разными учеными.

Таблица 1

## Сопоставление определений «налоговое администрирование»

Автор	Определение
Л.Я. Абрамчик [1]	Своеобразный механизм управления в налоговой сфере, содержательно характеризующий деятельность налоговых органов по обеспечению своевременной и полной уплаты налогоплательщиками в бюджеты налогов, сборов и иных обязательных платежей.
А.В. Аронов, В.А. Капин [3]	Совокупность методов, приемов и средств информационного обеспечения, посредством которых органы власти и управления придают функционированию налогового механизма заданное законом направление и координируют налоговые действия при существенных изменениях в экономике и политике.
Д.А. Артеменко [4]	Налоговое администрирование – это комплекс особых организационно-правовых процедур, способствующих реализации взаимоотношений по поводу исчисления и уплаты налогов в рамках действующей налоговой системы между государством (муниципальными образованиями), представленными специально уполномоченными органами-администраторами, и обязанными лицами (налогоплательщиками, налоговыми агентами, банками, регистраторами сделок (гражданского состояния, имущественных и иных прав) и др.).
Л.И. Гончаренко [5, с. 32]	Налоговое администрирование шире понятия «налоговый контроль», но уже понятия «управление налоговой системой». Налоговое администрирование представляет собой деятельность уполномоченных органов управления, направленную на обеспечение соблюдения налогового законодательства всеми участниками налоговых отношений.
А.З. Дадашев, А.В. Лобанов [6]	Организационно-управленческая система реализации налоговых отношений, которая включает совокупность форм и методов, использование которых призвано обеспечить налоговые поступления в бюджетную систему России.
Е.А. Иванова [7]	Комплекс мероприятий налогового контроля по недопущению и пресечению возможных налоговых правонарушений, систему мер по обеспечению прав налогоплательщиков и, в то же время, создание для них максимально комфортных условий функционирования, способствующих осуществлению хозяйственной деятельности и удобства уплаты налогов и сборов.
В.А. Красницкий [8]	Управление государством процессом взаимодействия между участниками налоговых отношений.
О.А. Миронова, Ф.Ф. Ханафеев [9]	Динамически развивающаяся система управления налоговыми отношениями, координирующая деятельность налоговых органов в условиях рыночной экономики.
И.А. Майбуров [12]	Процесс управления налоговым производством, реализуемый налоговыми и иными органами (налоговыми администрациями), обладающими определенными властными полномочиями в отношении налогоплательщиков и плательщиков сборов.
М.В. Мишустин [10]	Осуществляемое бюрократией как организационной формой рационально-правовой власти управление системой организации отношений между налогоплательщиками и органами управления, заключающееся в контроле за соблюдением норм и правил, регулирующих налоговые отношения и их технологию.
О.А. Ногина [15]	Комплекс мер, направленных на полную и своевременную уплату всех налогов в максимальном объеме при минимальных издержках.
М.Т. Оспанов [16]	Осуществление налоговой администрацией в пределах ее компетенции функций и полномочий, установленных ей государством и налоговым законодательством.
В.Г. Пансков [17]	Управленческая деятельность государства и местных органов по налоговому планированию, формированию и совершенствованию системы налогов и сборов, контролю за соблюдением налогового законодательства и соблюдением прав и обязанностей участников налоговых отношений.
И.А. Перонко [18]	Система управления государством налоговыми отношениями, а налоговые отношения предстают предметом налогового администрирования.
Авторы учебника под редакцией М.В. Романовского, О.В. Врублевской [14]	Частная подсистема управления налогообложением, в виде разработки мероприятий, реализующих фискальную и регулирующие функции налогов, которым занимаются преимущественно налоговые органы и Министерство финансов.
Г.Я. Чухнина [19]	Организация и осуществление эффективной деятельности субъектов налогового контроля.

По вопросам содержания понятия налогового администрирования и сферы его применения существуют разные научные школы, например, Гончаренко Л.И. выделяет четыре школы [5, с. 31]:

- налоговое администрирование отождествляется с управлением налогообложением (управлением налоговыми отношениями) (управлением налоговой системой) (Перонко И.Д., Ханафеев Ф.Ф., Миронова О.А., Майбуров И.А.);

- под налоговым администрированием понимается либо государственное управление налогообложением, либо налоговый менеджмент в зависимости от субъектов, его осуществляющих (государственные органы или налогоплательщики) (Князева О.В., Бутыльков М.Л., Юткина Т.Ф.);

- содержание налогового администрирования приравнивается к правовому регулированию взаимоотношений между налогоплательщиками и налоговыми органами (Кузнецов В.П., Аронов А.В., Кашин В.А.);

- налоговое администрирование практически отождествляется с контролем налоговых органов (Дадашев А.З., Лобанов А.В., Орлов М.Ю.).

Таким образом, на сегодняшний день не существует не только законодательного определения, но и общего, однозначного определения «налоговое администрирование», точки зрения ученых по данному вопросу различны, несмотря на то, что трактовка содержания налогового администрирования достаточна широка.

*Сущность налогового администрирования* состоит в управлении налоговыми отношениями на основе стратегических целей и тактических задач принятой налоговой политики при участии различных структур органов власти. Основой успешного процесса налогового администрирования является повышение эффективности деятельности налоговых органов.

Исполнение налоговой политики государства, которая проводится в отношении всех участников правоотношений, регулируемых налоговым законодательством по обеспечению стабильного уровня налоговых поступлений в бюджетную систему, является *целью налогового администрирования*.

*Основными задачами налогового администрирования являются:*

- эффективный контроль и обеспечение исполнения налогового законодательства;
- разработка методик и технологий уплаты налогов (сборов), информирование о правилах налогообложения и их разъяснение;
- обеспечение неотвратимости выявления налоговых нарушений, применения санкций, взыскание в полной сумме причитающихся к уплате налогов;
- формирование у налогоплательщиков понимания необходимости добровольного исполнения налоговых обязанностей и повышения самодисциплины;
- уменьшение уровня затрат на исполнение налогового законодательства для государства и для налогоплательщиков [20, с. 177].

У налогового администрирования, как и у каждой науки, есть свой предмет и метод.

*Предметом налогового администрирования* являются налоговые отношения, обеспечивающие поступление денежных средств в бюджеты всех уровней за счет налоговых платежей.

*Объектом налогового администрирования* в целом является совокупность отношений между налоговыми администраторами и налогоплательщиками, возникающих по поводу создания условий и обеспечения полноты и своевременности уплаты в соответствии с законодательством установленных налогов и сборов [20, с. 176].

*Методом налогового администрирования* является совокупность способов и приемов управления, используемых в системе налоговых органов, для реализации налоговой политики государства и его функций, обеспечивающих государственное регулирование экономики [21, с. 180].

В качестве основных функций налогового администрирования выделяют налоговое планирование, учет, налоговый контроль, анализ и налоговое регулирование.

*Налоговое планирование* состоит в экономическом обосновании налоговых поступлений в бюджетную систему страны. Рассматривать налоговое планирование можно с двух сторон: во-первых, со стороны уполномоченных органов, деятельность которых направлена на выявление налогового потенциала экономики страны и его использование в фискальных целях и, во-вторых, со стороны налогоплательщиков, основной задачей которых является снижение налоговых платежей.

Налоговое планирование обеспечивает решение следующих основных задач [11, с. 14]: оценка налогового потенциала по уровням бюджетной системы; прогнозирование налоговых поступлений; формирование и утверждение бюджетов по налогам; разработка контрольных заданий по уровням бюджетной системы; распределение налоговых ставок и льгот. Различают три вида налогового планирования: стратегическое, тактическое и оперативное.

*Учет* является одной из основных функций налогового администрирования, основной целью которого является информационное обеспечение всех уровней управления достоверной учетно-аналитической информацией.

*Налоговый контроль* является важнейшим условием эффективного налогового администрирования и отражением его содержания, призван обеспечить соблюдение законодательства о налогах и сборах.

Субъектами налогового контроля выступают Федеральная налоговая служба РФ, Государственный таможенный комитет РФ, их территориальные органы, органы внутренних дел. Объектом налогового контроля являются налогоплательщики [11, с. 16].

На состояние и эффективность налогового контроля оказывают влияние такие факторы, как величина налоговой нагрузки, уровень развития налогового законодательства, уровень обеспечения деятельности налоговых органов (методологический, технический и информационный) и другие.

Выделяют следующие формы налогового контроля: предварительный, текущий, последующий. Контроль за регулированием налоговых споров в нормативных документах ФНС России получил название «налоговый аудит».

*Анализ* в системе налогового администрирования можно рассматривать в двух направлениях:

- анализ финансовый макроэкономический, позволяющий комплексно характеризовать и оценивать налоговый потенциал региона;
- анализ микроэкономический (внутренний), комплексно характеризующий и оценивающий не только деятельность налоговых органов, но и налоговый потенциал налогоплательщика [21, с. 182].

*Налоговое регулирование* представляет собой совокупность мер государственного вмешательства в ход выполнения налоговых обязательств, решает задачи, направленные на построение оптимальной налоговой системы.

Основные подходы к регулированию налоговых правоотношений в России закреплены налоговым законодательством, которое включает в себя Налоговый кодекс Российской Федерации, законодательные и нормативные акты Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и органов исполнительной власти [11, с. 19].

Налоговое регулирование реализуется в форме изменения срока уплаты налога и сбора, в форме налоговых льгот и в форме привлечения ответственности за нарушение законодательства о налогах и сборах. Выделяют стимулирующие (налоговые каникулы, налоговые вычеты, отсрочки, рассрочки по уплате налогов, инвестиционный налоговый кредит) и дестимулирующее (штрафы, повышение налоговых ставок, отмена налоговых льгот) методы налогового регулирования.

Исходя из особенностей Российской Федерации, в процессе эволюции налогового администрирования Алехин С.И справедливо выделяет три этапа развития современной налоговой системы страны [2], характеристика которых представлена в табл. 2.

Таблица 2

## Этапы развития современной налоговой системы страны

Этапы	Характеристика
Первый этап (вплоть до вступления в действие НК РФ в 1999 г.)	Налоговое администрирование осуществлялось на основании обобщенных характеристик налогового процесса, т.е. весьма слабым учетом особенностей ситуаций, в которых оказывались предприятия. В ходе налогового администрирования налоговые органы играли роль контролирующих органов, которые оценивали результаты налогового процесса с учетом требований налогового законодательства и обобщенного опыта работы инспекций. Инспекции являлись исполнительными органами, непосредственно взаимодействующими с налогоплательщиками.
Второй этап (2000-2004 гг.)	Налоговое администрирование осуществлялось с элементами реализации дифференцированного подхода налоговых органов к различным категориям налогоплательщиков. Реализация данного подхода потребовала уточнения процесса налогового администрирования и дополнительной регламентации действий налоговых органов, их законодательного обоснования и своевременной модификации. Это привело к необходимости изменения взаимодействия региональных налоговых органов и инспекций местного уровня. Система налогового администрирования данного этапа имела два уровня управления: первый уровень отражал с учетом соответствующих прямых и обратных связей взаимодействие инспекций и налогоплательщиков, второй уровень был обусловлен участием региональных управлений.
Третий этап	Данный этап обусловлен стратегией открытых налоговых отношений, реализуемой ФНС России. основополагающим событием данного этапа является приказ ФНС России от 30.05.2007 № ММ-3-06/333 «Об утверждении Концепции системы планирования выездных налоговых проверок». В соответствии с этим приказом важнейший элемент налогового контроля – планирование выездных налоговых проверок – объявлен общедоступным процессом, построенным на отборе налогоплательщиков для проведения этих проверок по критериям риска совершения налогового правонарушения (ранее планирование выездных налоговых проверок являлось сугубо внутренней конфиденциальной процедурой налоговых органов).

В настоящее время система налогового администрирования не обеспечивает должного уровня эффективности деятельности налоговых органов, сохраняется тенденция уклонения налогоплательщиков от уплаты налогов и сборов. Практика показывает, что проблемы с администрированием начинаются уже с регистрации учета налогоплательщиков налоговыми органами.

На рисунке представлены основные проблемы налогового администрирования с позиции государства и налогоплательщика.

Необходимо отметить, что проблемы в налоговом администрировании на всех уровнях приводят к увеличению налоговых правонарушений, снижению объемов поступлений налогов в бюджеты и разбалансированности действий уполномоченных государственных органов. Проблемы, возникающие на всех стадиях налоговых отношений, следует и выявлять, и решать своевременно.

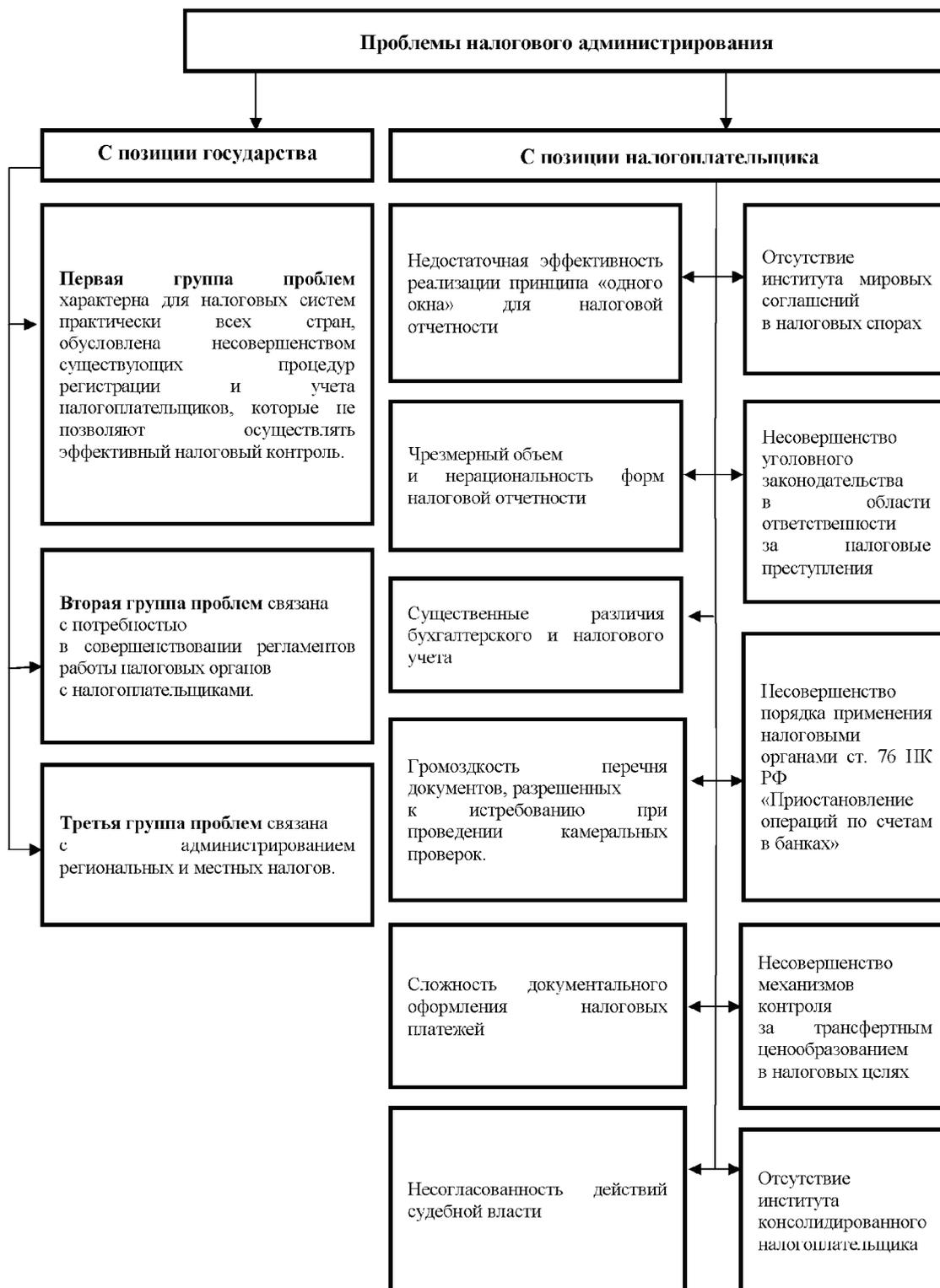


Рис. Проблемы налогового администрирования (составлено автором на основании [5, с. 330-344])

Для совершенствования налогового администрирования необходимо выделить следующие направления:

- разъяснительная работа по применению налогового законодательства;
- совершенствование форм и методов налогового контроля;
- создание максимально комфортных процедур налогового администрирования для добросовестных налогоплательщиков;

- повышение качества обслуживания налогоплательщика;
- повышение эффективности работы налоговых органов с возможным переходом на балльную оценку деятельности работников;
- разработка и применение мер стимулирования работников налоговых органов;
- модернизация налоговых органов, развитие информационных технологий, совершенствование различных электронных сервисов, направленных на повышение открытости и упрощение налоговых процедур;
- борьба с противозаконным уклонением от налогов и сборов;
- скоординированная работа уполномоченных ведомств по обмену данными с налоговыми органами.

Полагаем, что представленные направления по совершенствованию налогового администрирования обеспечат решение задачи по устойчивому формированию доходов бюджетов всех уровней в полном объеме.

### Список литературы

1. Абрамчик Л.Я. Налоговое администрирование в системе финансового контроля // Финансовое право, 2005, № 6. – С. 12.
2. Алехин С.Н. О развитии налогового администрирования в Российской Федерации. // Финансы и кредит, 2011, № 33 (465). – С. 45-50.
3. Аронов А.В., Кашин В.А. Налоговая политика и налоговое администрирование: учеб. пособие. – М.: Экономист, 2006. – С. 21.
4. Артеменко Д.А. Налоговое администрирование в России: механизм и направления модернизации. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Ростов-на-Дону, 2011. – С. 78.
5. Гончаренко Л.И. Методология налогообложения и налогового администрирования коммерческих банков России. Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.э.н. – М., 2009. – 45 с.
6. Дадашев А.З., Лобанов А.В. Налоговое администрирование в Российской Федерации. – М.: Книжный мир, 2002. – С. 4.
7. Иванова Е.А. Роль налогового контроля в механизме регулирования системы налогового администрирования. Актуальные проблемы совершенствования учетно-аналитической, аудиторской и контрольной деятельности. – Абакан: ХГУ им. Н.Ф. Катапова, 2006. – С. 49.
8. Красницкий В.А. Налоговая политика в условиях рыночной экономики в Российской Федерации. Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.э.н. – М., 2009. – С. 36.
9. Миронова О.А., Ханафеев Ф.Ф. Налоговое администрирование. – М.: Издательство Омега-Л, 2005. – С. 33.
10. Мишустин М.В. Информационно-технологические основы государственного налогового администрирования в России: Монография. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – С. 18-19.
11. Налоговое администрирование: Учебник / Н.А. Дорофеева, А.В. Брилон, Н.В. Брилон. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2013. – 296 с.
12. Налоги и налогообложение: учебник под ред. И.А. Майбурова, 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – С. 88.
13. Налоговая политика. Теория и практика: учебник для магистрантов под ред. И.А. Майбурова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 519 с.
14. Налоги и налогообложение / под ред. М.В. Романовского, О.В. Врублевской. – СПб.: Питер, 2000. – С. 334.
15. Ногина О.А. Налоговый контроль: вопросы теории. – СПб.: Питер, 2002. – С. 14.
16. Оспанов М.Т. Налоговая реформа и гармонизация налоговых отношений. – СПб.: УЭФ, 1997. – С. 289.
17. Пансков В.Г. Налоги и налогообложение: теория и практика: учебник для бакалавров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – С. 242.

18. Перонко И.А., Красницкий В.А. Налоговое администрирование // Налоговый вестник, 2000, № 10. – С. 33.
19. Перекрестова Л.В., Чухнина Г.Я. Реформирование системы налогового контроля в РФ. – Волгоград: ВолГУ, 2001. – С. 86.
20. Федоровская М.А. Налоговое администрирование как форма управления. // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета, 2011, № 2. – С. 176-178.
21. Ханафеев Ф.Ф. Налоговое администрирование как система управления налоговыми отношениями. // Экономические науки, 2008, 7 (44). – С. 180-185.
22. Хочуев В.А. Становление и развитие налогового администрирования в Российской Федерации. Диссертация на соискание ученой степени д.э.н. – М., 2010. – 364 с.

**Evstafieva A.Kh.** – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: evalsu@yandex.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Theoretical bases of tax administration

#### Resume

Tax administration is the most important element of tax process and consists in management of the tax relations with the assistance of various structures of authorities.

Research of a problem of tax administration is directly connected with increase of efficiency of tax system as well as high-quality improvement of tax collecting and tax interrelations.

Shortcomings of tax administration lead to sharp decrease in receipts of taxes in the budget, increase probability of tax offenses.

Successful tax administration provides not only favorable changes in economy, but also promotes improvement of investment climate in the country and its regions.

Tax administration needs continuous improvement, for the purpose of creation of optimum balance of the rights and duties of taxpayers and the state represented by tax authorities that on the one hand, to relieve taxpayers of excessive administrative influence, and with another – to keep behind tax authorities of power on control of observance of the legislation on taxes and fees.

Thus, competently balanced and effective tax administration combining interests and the states and taxpayers, is the most important component of economic, social and political transformations in the country.

**Keywords:** tax administration, tax system, institutionalism, tax relations, functions of tax administration, problem of tax administration.

#### References

1. Abramchik L.Ya. Tax administration in system of financial control // the Financial right, 2005, № 6. – P. 12.
2. Alekhin S.N. About development of tax administration in the Russian Federation. // Finance and the credit, 2011, № 33 (465). – P. 45-50.
3. Aronov A.V., Kashin V.A. Tax policy and tax administration: studies. grant. – M.: Economist, 2006. – P. 21.
4. Artemenko D.A. Tax administration in Russia: mechanism and modernization directions. The thesis on competition of a scientific degree of the Doctor of Economics. – Rostov-on-Don, 2011. – P. 78.
5. Goncharenko L.I. Methodology of the taxation and tax administration of commercial banks of Russia. The thesis abstract on competition of a scientific degree Dr. Econ. Sci. – M., 2009. – 45 p.

6. Dadashev A.Z., Lobanov A.V. Tax administration in the Russian Federation. – M.: Book world, 2002. – P. 4.
7. Ivanov E.A. Role of tax control in the mechanism of regulation of system of tax administration. Actual problems of improvement of registration and analytical, auditor and control activity. – Abakan: HGU of Katapov, 2006. – P. 49.
8. Krasnitsky V.A. Tax policy in the conditions of market economy in the Russian Federation. The thesis abstract on competition of a scientific degree Dr. Econ. Sci. of M., 2009. – P. 36.
9. Mironova O.A., Hanafeev F.F. Tax administration. – M.: Publishing house of Omega-L, 2005. – P. 33.
10. Mishustin M.V. Information and technological bases of the state tax administration in Russia: Monograph. – M.: YuNITI-DANA, 2005. – P. 18-19.
11. Tax administration: Textbook / N.A. Dorofeyeva, A.V. Brilon, N.V. Brilon. – M.: Publishing and trade corporation «Dashkov and To», 2013. – 296 p.
12. Taxes and taxation: the textbook under the editorship of I.A. Mayburova. 5th prod. reslave. and additional. – M.: YuNITI-DANA, 2012. – P. 88.
13. Tax policy. Theory and practice: the textbook for undergraduates under the editorship of I.A. Mayburov. – M.: YuNITI-DANA, 2010. – 519 p.
14. Taxes and the taxation / under the editorship of M.B. Romanovsky, O.V. Vrublevskaya. – SPb.: St. Petersburg, 2000. – P. 334.
15. Nogina O.A. Tax control: theory questions. – SPb.: St. Petersburg, 2002. – P. 14.
16. Ospanov M.T. Tax reform and harmonization of the tax relations. – SPb.: UEF, 1997. – P. 289.
17. Panskov V.G. Taxes and taxation: theory and practice: the textbook for bachelors. 3rd prod. reslave. and additional. – M.: Publishing house of Yurayt, 2012. – P. 242.
18. Peronko I.A., Krasnitsky V.A. Tax administration // Tax messenger, 2000, № 10. – P. 33.
19. Perekrestova L.V., Chukhnina G.Ya. Reforming of system of tax control in the Russian Federation. – Volgograd: VOLGA, 2001. – P. 86.
20. Fedorovsky M.A. Tax administration as form of government. // Messenger of the Saratov state social and economic university, 2011, № 2. – P. 176-178.
21. Hanafeev F.F. Tax administration as control system of the tax relations. // Economic sciences, 2008, 7 (44). – P. 180-185.
22. Hochuyev V.A. Formation and development of tax administration in the Russian Federation. The thesis on competition of a scientific degree Dr. Econ. Sci. – M., 2010. – 364 p.

УДК 332.83

**Клещева О.А.** – кандидат экономических наук, старший преподаватель

E-mail: Klescheva\_olga@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

**Развитие науки как основа инновационного развития  
инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан****Аннотация**

В работе рассматриваются основные аспекты влияния развития науки на инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан. Инновации представляют собой процесс коммерциализации научных достижений, поэтому на инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса оказывают большое влияние объекты инновационной инфраструктуры, способствующие установлению связей между научными учреждениями и предприятиями. С помощью корреляционного анализа в работе подтверждена связь между темпами развития науки и инновационным развитием инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан. Представлены рекомендации по совершенствованию процесса внедрения инноваций в инвестиционно-строительном комплексе.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, темпы развития науки, инновационная инфраструктура, инвестиционно-строительный комплекс.

В настоящее время инновационному развитию экономики уделяется повышенное внимание как со стороны государства, так и со стороны российского общества [1, 5]. Одной из опор инновационного развития является научно-технический прогресс, так как по определению инновации представляют собой коммерциализированные научные достижения. Согласно Стратегии развития научной и инновационной деятельности в Республике Татарстан до 2015 года, инновационная активность предприятий Республики Татарстан обуславливается тенденциями развития республиканской науки на 55 % [7]. Поэтому исследование аспектов влияния особенностей развития научного знания на инновационное развитие представляется актуальным.

Состояние научной и инновационной деятельности в Татарстане связано с состоянием этой сферы в Российской Федерации. Проблемы, которые на данный момент присутствуют в научной сфере, представлены на рис. 1.

В настоящее время в научной среде ведется поиск новых строительных материалов и форм строительства, которые бы удовлетворяли условиям энергоэффективности и удешевления строительного процесса, а также повышения комфортности жилых зданий [8, 9].

Одним из направлений стимулирования инновационной активности является создание и поддержка инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса [2]. Важным объектом инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса считается технопарк «Строитель», который создан на базе Казанского государственного архитектурно-строительного университета. Основные направления деятельности технопарка – это строительное материаловедение, ресурсосберегающие технологии, улучшение конструктивных решений зданий, сооружений и инженерных систем. В частности, учеными технопарка были разработаны следующие инновационные проекты: гипсовые отделочные материалы, новый дорожно-строительный материал с применением нефтешлама, технология использования серы в дорожном строительстве.

В качестве примера объекта инновационной инфраструктуры, способствующей превращению научных достижений в инновации, можно привести созданный в Казанском государственном архитектурно-строительном университете научно-исследовательский инновационный центр «Нанотех-СМ».

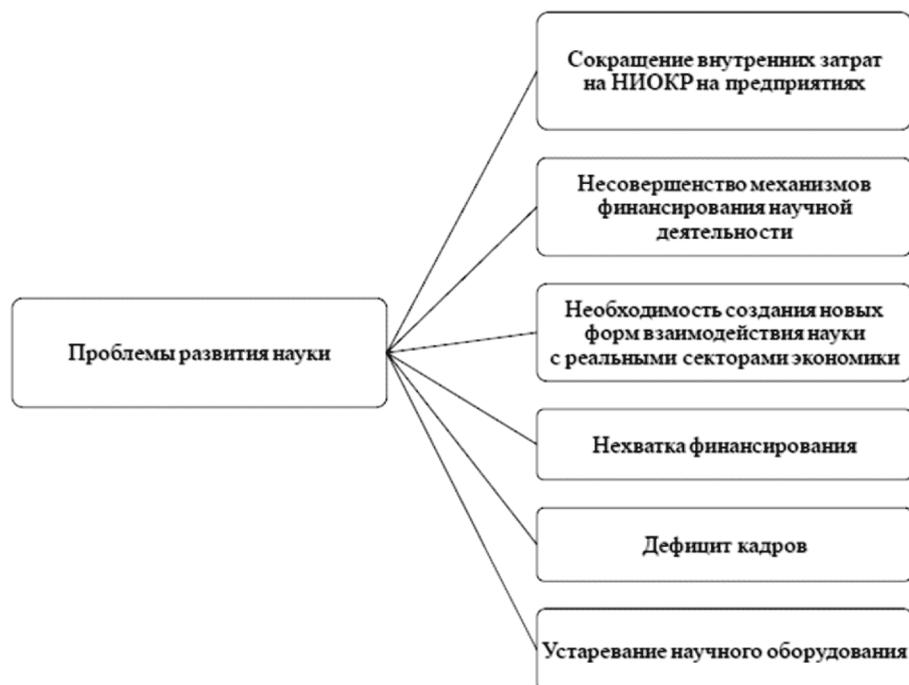


Рис. 1. Основные проблемы в научной сфере в России

Среди задач центра можно выделить следующие: проведение научных исследований в области получения нанопродуктов; внедрение результатов исследований в производство строительных материалов, изделий и конструкций в Республике Татарстан; создание материальной базы для проведения научных исследований в данной области; организация экспериментального производства наукоемкой продукции.

Для выявления основных направлений поддержки инновационного развития через поддержку научной деятельности можно провести корреляционный анализ взаимосвязи показателей развития науки и показателей инновационной деятельности (табл.). При этом в качестве показателей, отражающих инновационное развитие, были рассмотрены «число предприятий, занимавшихся инновационной деятельностью по отрасли промышленности строительных материалов» и «затраты на технологические инновации по отрасли промышленности строительных материалов».

Предприятия, занимающиеся инновационной деятельностью, часто образуются на базе научно-исследовательских организаций, поэтому показатели, отражающие инновационное развитие, имеют высокие положительные корреляции с показателями «число научно-исследовательских организаций» и «число НИИ и КБ на промышленных предприятиях». Следовательно, чем больше научно-исследовательских организаций, тем больше будет предприятий, занимающихся инновационной деятельностью по отрасли промышленности строительных материалов. Если число инновационных предприятий растет, то им требуется больше квалифицированных специалистов. Этим объясняются высокие корреляции показателей, отражающих инновационное развитие, и следующих показателей: «специалисты, выполняющие научные исследования и разработки», «специалисты, имеющие ученую степень доктора наук», «специалисты, имеющие ученую степень кандидата наук», «специалисты, имеющие высшее образование». Показатели, отражающие инновационное развитие, имеют высокие положительные корреляции с показателем «финансирование внутренних затрат на исследование и разработки из внебюджетных фондов». Данная прямая связь объясняется тем, что чем больше средств внебюджетные фонды будут направлять на поддержку научных исследований на предприятиях, тем больше стимулов и предпосылок к активной инновационной деятельности возникнет у таких предприятий.

Таблица

**Коэффициенты корреляции между показателями инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса и показателями развития науки в Татарстане [6]**

Показатели	Число предприятий, занимавшихся инновационной деятельностью по отрасли	Затраты на технологические инновации по отрасли
Число научно-исследовательских организаций	0,66	0,80
Число НИИ и КБ на промышленных предприятиях	0,86	0,85
Специалисты, выполняющие научные исследования и разработки	0,82	0,83
Специалисты, имеющие ученую степень доктора наук	0,94	0,80
Специалисты, имеющие ученую степень кандидата наук	0,89	0,95
Специалисты, имеющие высшее образование	0,87	0,83
Финансирование внутренних затрат на исследования и разработки из внебюджетных фондов	0,60	0,90
Финансирование внутренних затрат на исследования и разработки из предпринимательского сектора	-0,46	-0,24

Таким образом, в результате корреляционного анализа мы получили, что на инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан влияют обобщенные факторы, представленные на рис. 2.



Рис. 2. Факторы развития науки, влияющие на инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан

По результатам корреляционного анализа нами были предложены следующие рекомендации по совершенствованию инновационного процесса в инвестиционно-строительном комплексе Республики Татарстан:

1. Использование механизма госзаказа для стимулирования спроса на инновационную продукцию [4]. Инновационные фирмы, таким образом, могли бы получить оборотные средства на расширение производства, и, следовательно, существенно сократились бы сроки окупаемости инновационных проектов и возросла их инвестиционная привлекательность.

2. Формирование эффективных механизмов общей координации НИОКР, финансируемых республиканскими и федеральными органами с целью объединения

финансовых, кадровых, материальных и иных ресурсов на основных направлениях развития инновационной деятельности.

3. Предоставление налоговых льгот для экономических агентов, занимающихся научно-исследовательской и инновационной деятельностью.

4. Реализация государственных программ поддержки инновационной деятельности.

5. Разработка законодательно-правовой базы в сфере науки и инноваций.

6. Дальнейшее формирование государственной инновационной инфраструктуры [3] и развитие рынка научно-технической продукции.

7. Чтобы обеспечить рост специалистов, можно предложить следующие мероприятия: организация работы научного персонала, повышение затрат на одного исследователя; формирование общественных организаций, информационных каналов, форм диалога с властью и бизнесом, включение молодежи в реализацию масштабных амбициозных проектов.

8. Развитие сети федеральных университетов, национальных исследовательских университетов, с целью подготовки специалистов для работы в сфере науки и образования, создания инновационных технологий и образцов наукоемкой продукции, а также развитие инновационных учебно-технических и научно-технологических центров, сформированных на базе крупных вузов или отраслевых НИИ.

Таким образом, было выявлено, что на инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан влияют следующие обобщенные факторы: число научных организаций, число специалистов и затраты на науку. Этим факторам необходимо уделять внимание при разработке различных стратегий для развития научной и инновационной деятельности. Создание условий для более масштабного привлечения инвестиций в наукоемкие отрасли промышленности и реализация предложенных рекомендаций будут способствовать развитию инновационной деятельности в инвестиционно-строительном комплексе Республики Татарстан, трансформации результатов научных исследований и разработок в новые или усовершенствованные продукты, технологические процессы.

### Список литературы

1. Евстафьева А.Х., Сычев М.И. Инновационный потенциал региона и механизмы его роста (на примере Республики Татарстан) // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 145-151.
2. Загидуллина Г.М., Зарипова А.В. Инновационный аспект инвестиционно-строительного кластера Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 159-163.
3. Клещева О.А. Государственное регулирование инновационного развития ИСК // Экономическое возрождение России, 2012, Т. 2. – С. 107-112.
4. Романова А.И. Инвестиционное стимулирование рынка строительных услуг // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 339-344.
5. Сиразетдинов Р.М. Необходимость формирования инновационной стратегии развития экономики // Креативная экономика, 2010, № 10. – С. 45-48.
6. Статистический сборник «Наука в Республике Татарстан».
7. Стратегия развития научной и инновационной деятельности в Республике Татарстан до 2015 года.
8. Файзуллин И.Э. Инновационное развитие градостроительной политики // Российское предпринимательство, 2010, № 10. – С. 92-95.
9. Файзуллина Л.И. Перспективы инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2010, № 24. URL: <http://www.uecs.ru/uecs-24-242010/item/255-2011-03-24-13-04-30> (дата обращения: 19.05.2013).

**Klesheva O.A.** – candidate of economical sciences, senior lecturer  
E-mail: Klesheva\_olga@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**  
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### **The development of science as a basis for the innovative development of constructing industry of the Republic Tatarstan**

#### **Resume**

In this paper the main aspects of the impact of science on the innovative development of the constructing industry of the Republic of Tatarstan are considered. Innovation is the process of commercialization of scientific achievements, so the innovation infrastructure has a great impact on innovative development of constructing industry. Innovation infrastructure facilitates linkages between science institutions and enterprises. As examples of the innovation infrastructure facilities can be considered technopark «Stroitel» and science-innovative center «Nanotech-CM». The correlation analysis confirmed the association between pace of development of science and innovation development of the constructing industry of Republic Tatarstan. It was revealed that the following factors influence on the innovative development of the constructing industry of the Republic of Tatarstan: number of scientific organizations, the number of specialists and financing of science. These factors need to pay attention when creating different strategies for the development of science and innovation. In the paper the recommendations to improve the innovation process in the constructing industry are submitted.

**Keywords:** innovation development, pace of development of science, innovation infrastructure, constructing industry.

#### **References**

1. Evstafieva A.H., Sychev M.I. The innovative potential of the region and the mechanisms of its growth (for example, the Republic of Tatarstan) // News of the KSUAE, 2012, № 1 (19). – P. 145-151.
2. Zagidullina G.M., Zaripova A.V. Innovative aspect of investment-building cluster of the Republic of Tatarstan // News of the KSUAE, 2012, № 1 (19). – P. 159-163.
3. Klesheva O.A. State regulation of innovation development of investment-building complex // Economic revival of Russia, 2012, V. 2. – P. 107-112.
4. Romanova A.I. Investment stimulation of the market of building services // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 339-344.
5. Sirazetdinov R.M. Necessity of designing of the innovative strategy of economic development // Creative economics, 2010, № 10. – P. 45-48.
6. Statistical Bulletin «Science in the Republic of Tatarstan».
7. The strategy of development of research and innovation activities in the Republic of Tatarstan until 2015 year.
8. Faizullin I.E. Innovative development of town planning politics // Russian entrepreneurship, 2010, № 10. – P. 92-95.
9. Faizullina L.I. Perspectives of innovative development of investment and construction industry // Management of economic systems: electronic scientific journal, 2010, № 24. URL: <http://www.uecs.ru/uecs-24-242010/item/255-2011-03-24-13-04-30> (reference date: 19.05.2013).

УДК 338.462

**Миронова М.Д.** – доктор экономических наук, доцент

E-mail: marg.mironova2011@yandex.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

**Галаяутдинова Г.З.** – старший преподаватель

E-mail: gylshat\_82@inbox.ru

**Казанский государственный аграрный университет**

Адрес организации: 420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65

### **Повышение эффективности управления качеством услуг на основе использования информационных технологий**

#### **Аннотация**

В статье рассмотрено приоритетное направление совершенствования системы управления организацией на основе внедрения информационных технологий.

Использование ИТ направлено на формирование и совершенствование коммуникационных систем, отвечающих за передачу и обработку информации, и принятие на основе этого оптимальных управленческих решений. При этом существенно уменьшается время принятия решений, связанных с обработкой больших массивов исходных данных, значительно ускоряются процессы подготовки материалов, содержащих разноплановую информацию.

Таким образом, информационное обеспечение является важным ресурсом обеспечения устойчивого развития организации в условиях быстро меняющейся внешней среды.

**Ключевые слова:** информационные технологии, управление организацией, качество информационного обеспечения, информационно-коммуникационная матрица организации.

Решение производственных и экономических задач всегда связано с выполнением операций по сбору, обработке и передаче необходимой информации соответствующим подразделениям и лицам. В настоящее время данные процессы основаны на применении средств вычислительной техники. Под информационными технологиями (ИТ) подразумевается система методов и приемов сбора, накопления, поиска и обработки информации на основе применения средств вычислительной техники.

Цель внедрения ИТ в систему управления организации – повышение эффективности использования всех видов ресурсов: материальных, трудовых, финансовых и пр.

Современный процесс внедрения ИТ идет в направлении от автоматизации отдельных функций, выполняемых работниками организации, к охвату всей ее деятельности.

Использование информационных технологий, в первую очередь, направлено на формирование и совершенствование коммуникационных систем, отвечающих за передачу и обработку информации, и принятие на основе этого оптимальных управленческих решений. При этом существенно уменьшается время принятия решений, связанных с обработкой больших массивов исходных данных, значительно ускоряются процессы подготовки материалов, содержащих разноплановую информацию.

Таким образом, совершенствование системы коммуникации на основе внедрения информационных технологий должно обеспечивать повышение качества информационных услуг.

Комплексный подход к использованию всех коммуникационных ресурсов организации предполагает наличие единой коммуникационной стратегии. В этом случае коммуникации не ограничиваются функцией одного из элементов комплекса управления, а приобретают системообразующие характеристики. Формирование коммуникационной стратегии организации возможно на основе принципа согласованности, основанного на

взаимосвязи и взаимодействии всех звеньев и элементов коммуникативной системы. Именно поэтому деление целей коммуникационной стратегии на внешние и внутренние может считаться достаточно условным. Каждая из коммуникационных задач, решаемых на внутриорганизационном уровне, соотносится с деятельностью организации во внешней среде. Формирование коммуникационной стратегии организации предполагает реализацию широкомасштабной и долгосрочной программы достижения целей организации путем использования всех коммуникационных ресурсов и создания коммуникативного пространства. Основу такой программы составляет система общих установок, критериев, ориентиров, принятых организацией для действий и принятия решений в сфере коммуникаций, которые обеспечивают достижение ее целей [2].

При реализации тактических целей создания коммуникативной среды формируется система коммуникаций, которая представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов, позволяющих персоналу организации осуществлять взаимодействие с партнерами, обмен информацией на всех уровнях для достижения целей организации.

В условиях неопределенности, в частности вызванных изменениями характеристик внешней среды, выбор оптимальной стратегии управления осуществляется среди множества возможных исходов. Поэтому в данных условиях выбор оптимального управленческого решения, обеспечивающий устойчивое развитие организации, требует быстрых и согласованных действий всех звеньев системы управления [3].

Динамичное и адекватное реагирование системы управления на изменения внешней среды обеспечивается формированием эффективной информационно-коммуникативной системы организации.

Содержание оперативного управления внутренними коммуникациями включает разработку, внедрение и актуализацию, исходя из задач организации, системы корпоративных договоренностей и коммуникативных стандартов, разработанной с ориентацией на корпоративные ценности и регламентирующей деловое взаимодействие сотрудников организации на всех иерархических уровнях как между собой, так и с заинтересованными сторонами во внешней среде.

В целях исследования уровня информационного обеспечения организации нами разработана авторская методика оценки ИО системы управления с использованием методики Р. Гутгарц [1]. Согласно данной методике качество информационного обеспечения организации оценивается экспертными оценками по следующим показателям:

1. Объем и виды полученной и отправленной информации ( $I_1$ );
2. Прохождение и распределение информации по уровням иерархии ( $I_2$ );
3. Коэффициент эффективного использования информации ( $I_3$ );
4. Коэффициент непрерывности информационного обеспечения ( $I_4$ );
5. Интенсивность информационных потоков ( $I_5$ );
6. Уровень использования информации и документов ( $I_6$ );
7. Затраты на обработку информации ( $I_7$ );
8. Периодичность поступления информации ( $I_8$ );
9. Структура информации по всем ее видам ( $I_9$ );
10. Уровень информационного обеспечения ( $I_{10}$ ).

Значение первого показателя определяется как относительная оценка объема обработанной информации за единицу времени к максимальному объему за аналогичный временной лаг. Прохождение и распределение информации по уровням иерархии организации дает показатель эффективности прохождения информационных потоков по вертикальной составляющей системы управления как «снизу вверх», так и «сверху вниз».

Коэффициент эффективного использования информации отражает эффективность обработки и передачи информации на всех уровнях взаимодействия организации с внешней средой (партнеры, клиенты, поставщики ресурсов и пр.), а также обмена информации во внутренней среде, между подразделениями организации.

Под коэффициентом непрерывности понимается отношение времени предоставления информационных услуг к общей продолжительности периода времени.

Интенсивность информационных потоков характеризуется относительной загруженностью информационно-коммуникационных каналов организации.

Показатель уровня использования информации и документов характеризуется относительной оценкой влияния информации на результаты деятельности организации.

Затраты на обработку информации – показатель, равный отношению реальных затрат на обработку информации к оптимальной величине для данного хозяйствующего субъекта.

Периодичность поступления информации отражает равномерность ее поступления в течение суток (реже месяца, квартала, полугодия, года).

Структура информации по всем ее видам характеризуется отношением объема всех видов поступающей информации к максимальному объему информации, возможному для данной организации.

Показатель уровня информационного обеспечения отражает качество и количество видов информационного обеспечения, используемого в управлении организацией.

Значение каждого показателя находится в границах значений  $k = 1 \dots 10$ .

Тогда общий показатель качества информационного обеспечения организации вычисляется по формуле (1):

$$I = \frac{1}{10} \sum_{k=1}^{10} I_k \quad (1)$$

Так, если показатели уровня информационного обеспечения организации имеют определенные значения (табл., рис. 1), то общий показатель качества информационного обеспечения организации будет иметь значение:  $I=0,592$ .

Таблица

**Показатели уровней информационного обеспечения организации**

$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_7$	$I_8$	$I_9$	$I_{10}$
0,15	0,25	0,35	0,42	0,55	0,63	0,76	0,88	0,98	0,95

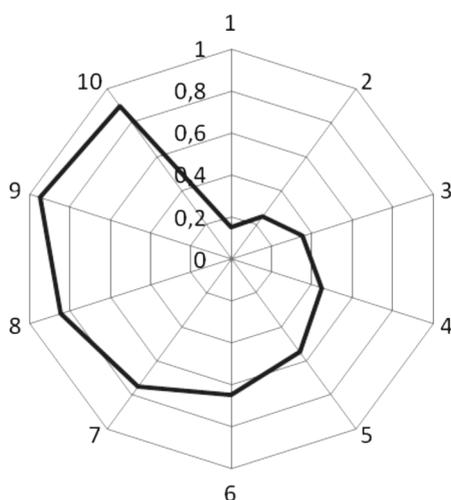


Рис. 1. Профиль информационного обеспечения организации

Таким образом, эффективность использования информационного обеспечения организации составит 59,2 %.

Наряду с оценкой уровня информационного обеспечения организации необходимо определить и уровень развития ее коммуникативного обеспечения. Информационная и коммуникативная системы являются взаимодополняющими системами, образующими целостную информационно-коммуникативную систему организации. Но при этом, если при наличии четко организованных каналов передачи информации наблюдается «информационный голод», то это приводит к снижению эффекта деятельности организации. И наоборот, если необходимость использования большого объема информации сдерживается

отсутствием четко организованной системы коммуникаций, то результативность деятельности также снижается. Только наличие развитой коммуникационной системы организации позволяет сформировать высокоэффективную информационную систему.

Таким образом, наблюдается необходимость комплексной оценки информационно-коммуникационного обеспечения организации. Данную оценку можно провести путем построения модели информационно-коммуникационной матрицы (ИКМ) (рис. 2).

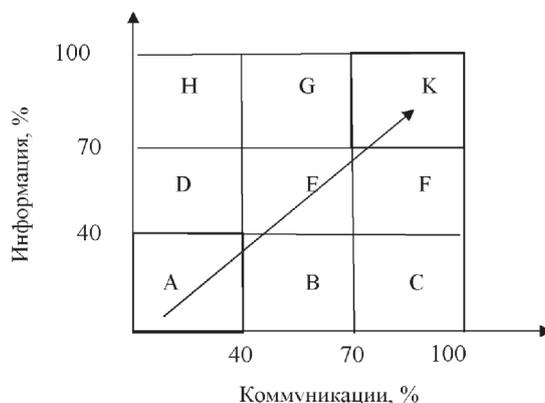


Рис. 2. Информационно-коммуникационная матрица организации

В модели информационно-коммуникационной матрицы отражены два противоположных состояния управления организацией. Позиция H характеризуется показателями высокой эффективности информационного обеспечения при отсутствии четко построенной коммуникационной системы управления. Состояние C, напротив, характеризуется наличием сформированной системы коммуникаций в организации при отсутствии необходимого для эффективного управления и нормального развития организации информационного потока. Рассмотрим подробнее данные состояния:

Эталонное состояние информационно-коммуникационного обеспечения системы управления представлено в ИКМ состоянием K. Данное состояние характеризуется высоким уровнем организации системы коммуникаций, а также высокими показателями объемов поступающей и обрабатываемой информации, что отражается в повышении эффективности деятельности организации.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать следующий вывод: информационная и коммуникативная системы являются взаимодействующими и взаимодополняющими друг друга системами, образующими целостную информационно-коммуникативную систему управления организации. Основными мероприятиями по созданию эффективной информационно-коммуникативной системы управления организации будут следующие:

- Создание управляющей системы организации, обеспечивающей сбор, контроль, обработку, хранение данных, информации и отчетности с использованием вычислительной техники и Всемирной сети Internet;

- Внедрение информационно-аналитической системы, обеспечивающей ведение (заключение, контроль исполнения и т.д.), мониторинг договоров на поставки, работы и услуги, оперативную передачу по всем уровням внутриорганизационной вертикали достоверной информации, а также ее анализ, прогнозирование и контроль исполнения;

- Обеспечение эффективного доступа клиентов, партнеров, населения, предприятий, органов государственной власти и муниципального самоуправления к сайту организации.

Представленная в данной работе методика комплексной оценки качества информационного обеспечения организации позволяет определить качественный уровень информационно-коммуникационного обеспечения ее деятельности. Показатель качества информационного обеспечения организации может быть использован для разработки оптимальной стратегии и тактики организации. Вместе с тем, создание системы управления на

основе информационных технологий является условием реализации синергетического эффекта, основными следствиями которого будут оптимальное использование и распределение ресурсов организации, в том числе и трудовых, управление потоками на основе транспортной и складской логистики. Повышение эффективности системы управления при использовании информационно-аналитических систем и серверов обеспечивается возможностями выбора оптимальных управленческих решений на основе анализа баз данных. Таким образом, информационное обеспечение будет являться важным ресурсом обеспечения устойчивого развития организации в условиях быстро меняющейся внешней среды.

#### Список литературы

1. Голубкова Е.Н. Маркетинговые коммуникации. – М.: Изд-во Финпресс, 2003. – 256 с.
2. Копылов В.А. Информационное право Российской Федерации. – М.: Изд-во Инфра-М, 2006. – 400 с.
3. Миронова М.Д. Выбор стратегии управления предприятием в условиях неопределенности (на примере сферы жилищно-коммунальных услуг) // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 194-198.

**Mironova M.D.** – doctor of economical sciences, associate professor

E-mail: marg.mironova2011@yandex.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

**Galyautdinova G.Z.** – senior lecturer

E-mail: gylshat\_82@inbox.ru

**Kazan State Agrarian University**

The organization address: 420015, Russia, Kazan, Karl Marks st., 65

#### Improving the effectiveness of the quality management services based on the use of information technology

##### Resume

The development of the organization's communication strategy involves the implementation of a large-scale program for achieving the objectives of the organization through the use of communications resources and the creation of the communication space. The basis of such a program is a system of general guidelines, criteria, adopted by the organization for action and decision-making in the area of communications. Created communication system is a set of interrelated elements that would enable staff to carry out the organization of interaction with partners, exchange of information at all levels. In conditions of uncertainty, particularly due to changes of characteristics of the environment, the choice of optimal control strategy is of a plurality of possible outcomes. Therefore, in these conditions, the optimal choice of management solutions, ensuring sustainable development of the organization, requires rapid and coordinated action of all parts of the control system. A dynamic and adequate response management system to changes in the environment provided by the formation of an effective information and communication system of the organization. The authors have developed a comprehensive assessment methodology to information and communication organizations, and is a two-factor model of information and communication matrix, which reflects the possible directions of construction information management system of the organization.

**Keywords:** information technology, management of the organization, the quality of information management, information and communications matrix.

##### References

1. Golubkova E.N. Marketing communications. – M.: Finpress, 2003. – 256 p.
2. Kopylov V.A. Information Law of the Russian Federation. – M.: Infra-M, 2006. – 400 p.
3. Mironova M.D. Choice of operation strategy of the enterprise in the conditions of uncertainty (on the example of housing-and-municipal services sphere)// News of the KSUAE, 2011, № 1 (15). – P. 194-198.



УДК 539.3

**Загниборода Н.А.** – аспирант

E-mail: tssrat@mail.ru

**Крысько В.А.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: tak@san.ru

**Крысько А.В.** – доктор физико-математических наук, профессор

E-mail: anton.krysko@gmail.com

**Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ им. Гагарина Ю.А.**

Адрес организации: 413100, Россия, г. Энгельс, пл. Свободы, д. 17

**Шакирзянов Ф.Р.** – кандидат физико-математических наук, ассистент

E-mail: faritbox@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Нелинейная динамика бесконечно длинных цилиндрических панелей<sup>1</sup>**

#### **Аннотация**

Гибкие пологие бесконечно длинные цилиндрические панели находят широкое применение в различных приборах электроники и гироскопии – микро-электро-механических системах (МЭМС-датчиков), которые являются составными частями моделей гироскопов с распределенной массой и большой амплитудой колебаний осцилляторов. В работе построена математическая модель анализа хаотической динамики гибких бесконечно длинных цилиндрических панелей, когда в качестве кинематической модели используется модель Кирхгофа-Лява. Геометрическая нелинейность учитывается в форме Т. фон Кармана. Обосновывается достоверность полученных результатов.

**Ключевые слова:** бифуркации, фазовые портреты, ляпуновские показатели, хаотические колебания бесконечно длинных цилиндрических панелей.

#### **Введение**

Гибкие пологие бесконечно длинные цилиндрические панели находят широкое применение в различных приборах электроники и гироскопии – микро-электро-механических системах (МЭМС-датчиков), которые являются составными частями моделей гироскопов с распределенной массой и большой амплитудой колебаний осцилляторов. В настоящее время наблюдается возрастающий спрос на применение МЭМС-датчиков для определения движения объекта и его скорости, измерения ускорения, угловых скоростей, давления, скорости потока жидкости или газа, температуры и влажности. Это связано с тем, что устройство, в конструкции которого используется МЭМС, обладает рядом преимуществ. К числу этих преимуществ относятся относительно низкая цена и малые габариты, малое энергопотребление, возможность интеграции электроники с механическими, оптическими и прочими узлами, стабильность работы в неблагоприятных условиях (перепады температур, удары, влажность, вибрация, электромагнитные и высокочастотные помехи).

Гироскопы способны реагировать на изменение углов ориентации тела относительно инерциального пространства и могут использоваться как датчики угловой скорости. Данные устройства нашли применение в системах инерциальной навигации беспилотными летательными аппаратами, а также в конструкциях систем безопасности в автомобилестроении.

#### **1. История вопроса**

Публикации, посвященные изучению нелинейных колебаний бесконечно длинных цилиндрических панелей, в научной литературе практически отсутствуют. Здесь мы

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Соглашение № 14.В37.21.2018).

остановимся только на тех работах, которые нам известны из зарубежной литературы, – это нелинейные колебания гибких балок, причем их колебания рассматриваются с малым числом степеней свободы [1-10], и отечественной литературы [10-14].

В работе [1] авторы предпринимает численные исследования недиссипативных продольных колебаний балок. Отмечается, что при малой энергии колебаний исходные дифференциальные уравнения являются линейными и нелинейными при высокоэнергетических колебаниях. В работе [2] авторы дают сопоставление решений, полученных для анализа пространственно-временного поведения балок Эйлера-Бернулли двумя методами: Бубнова-Галеркина с использованием кубического полинома Эрмита и со спектральными полиномами Лагранжа. Анализ хаотических колебаний до критических режимов выпучивания балки с учетом взаимовлияния динамического прощелкивания и внутреннего резонанса приведен в работе [3]. С малым числом степеней свободы в работе [4] методом Бубнова-Галеркина по пространственной координате и Рунге-Кутты 4-ого порядка по времени исследуются нелинейные колебания гибких балок Эйлера-Бернулли при сжатии и поперечной периодической нагрузке с оценкой непредсказуемости и зафрактальных структур. Экспериментальным исследованиям хаотических колебаний в научной литературе уделяется очень мало внимания, исключением является работа [5], в которой приведены результаты аналитического экспериментального исследования условий возникновения хаотических колебаний после выпучивания сжатой балки под воздействием периодического возбуждения. Исследованию хаотической динамики балки с большой амплитудой методом Мельникова посвящена работа [6].

В работах [7-14] изучаются хаотические колебания балочных структур как систем с бесконечным числом степеней свободы. По пространственным координатам используется метод конечных разностей, задача Коши решается методом Рунге-Кутты 4-ого порядка точности.

## 2. Математическая модель

Двумерную область бесконечно длинной цилиндрической панели в декартовой системе координат определим следующим образом:  $\Omega = \{(x, z) \in [0, a] \times [-h/2, h/2]\}$ . Для построения математической модели хаотических колебаний гибких пологих бесконечно длинных цилиндрических панелей под действием поперечной знакопеременной нагрузки примем следующие гипотезы:

1. Тело бесконечно длинной цилиндрической панели считается упругим и подчиняется закону Гука;
2. Справедливы все гипотезы Кирхгофа-Лява;
3. Учитывается деформация срединной поверхности по теории Т. фон Кармана.

Для получения исходных дифференциальных уравнений используется принцип Гамильтона-Остроградского. Рассматривается процесс движения оболочки на отрезке времени  $t_0$  и  $t_1$ . Для этого отрезка времени сравниваются различные траектории движения точек системы между начальным и конечным положением. Истинные траектории отличаются от других возможных (совместимых со связями) траекторий тем, что для первых должно выполняться условие:

$$\int_{t_0}^{t_1} (\delta K - \delta \dot{I} + \delta' W) dt = 0, \quad (1)$$

где  $\hat{E}$  – кинетическая энергия системы,  $\dot{I}$  – потенциальная энергия системы,  $\delta' W$  – сумма элементарных работ внешних сил. В том случае, когда все силы, действующие на систему, имеют потенциал, равенство (1) получает вид:

$$\delta S = \delta \int_{t_0}^{t_1} (K - \dot{I}) dt = 0, \quad (2)$$

где  $S = \int_{t_0}^{t_1} (K - \dot{I}) dt$  – действие по Гамильтону. Это равенство выражает известный принцип Гамильтона-Остроградского. Используя данный принцип и введение обычным образом продольных сил и моментов, получим известные размерные уравнения движения гибких пологих бесконечно длинных цилиндрических панелей. Воспользуемся следующими безразмерными параметрами:

$$\lambda = \frac{a}{h}, \quad \bar{w} = \frac{w}{h}, \quad \bar{u} = \frac{ua}{h^2}, \quad \bar{x} = \frac{x}{a}, \quad \bar{t} = \frac{t}{\tau}, \quad \tau = \frac{a}{c},$$

$$c = \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}}, \quad \bar{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{c}, \quad \bar{q} = \frac{qa^4}{h^4E}, \quad \bar{k}_x = \frac{k_x a}{\lambda},$$
(3)

где  $w(x, t)$  – перемещение элемента в направлении нормали;  $u(x, t)$  – перемещение элемента в продольном направлении;  $\varepsilon$  – коэффициент диссипации;  $E$  – модуль Юнга;  $h$  – высота поперечного сечения панели;  $\gamma$  – удельный вес материала;  $g$  – ускорение свободного падения;  $k_x$  – геометрическая кривизна панели;  $t$  – время;  $q = q_0 \sin(\omega t)$  – внешняя нагрузка. После этого искомые размерные дифференциальные уравнения в безразмерном виде примут вид:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - k_x \frac{\partial w}{\partial x} + L_3(w, w) - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0,$$

$$\frac{1}{\lambda^2} \left\{ -\frac{1}{12} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + k_x \left[ \frac{\partial u}{\partial x} - k_x w - \frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 - w \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right] + L_1(u, w) + L_2(w, w) \right\} +$$

$$+ q - \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - \varepsilon \frac{\partial w}{\partial t} = 0,$$

$$L_1(u, w) = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}; \quad L_2(w, w) = \frac{3}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}; \quad L_3(w, w) = \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}.$$
(4)

Выпишем только один вид краевых условий, для которых приведены численные результаты – левая сторона гибкой бесконечно длинной панели имеет глухую заделку ( $x=0$ ), а правая – неподвижный шарнир ( $x=a$ ):

$$w(0, t) = w(a, t) = u(0, t) = u(a, t) = w'_x(0, t) = w''_x(a, t) = 0.$$
(5)

Присоединим начальное условие:

$$w(x, 0) = \dot{w}(x, 0) = u(x, 0) = \dot{u}(x, 0).$$
(6)

### 3. Метод решения

Система нелинейных дифференциальных уравнений (4) с граничными условиями (5) и начальными условиями (6) сильно нелинейна и получение аналитического решения на данном уровне развития математики невозможно. Поэтому для её решения используем численные методы. Используя метод разделения переменных, систему уравнений в частных производных сведём к задаче Коши с помощью метода конечных разностей (МКР) по пространственным координатам второго порядка точности, а полученные системы обыкновенных дифференциальных уравнений по времени решаем методами Рунге-Кутты 4-ого и 6-ого порядка точности.

### 3.1. Метод конечных разностей

Для решения системы нелинейных уравнений используем конечноразностные аппроксимации, применяя разложение в ряд Тейлора в окрестности точки  $x_i$ . Рассмотрим сеточную область  $G_N = \{0 \leq x_i \leq 1, x_i = i/N, i = 0..N\}$ . Введем следующие разностные операторы при аппроксимации  $O(c^2)$ , где  $c$  – шаг по пространственной координате:

$$\Lambda_x(\cdot)_i = \frac{(\cdot)_{i+1} - (\cdot)_{i-1}}{2c}; \Lambda_{x^2}(\cdot)_i = \frac{(\cdot)_{i+1} - 2(\cdot)_i + (\cdot)_{i-1}}{c^2}; \Lambda_{x^4}(\cdot)_i = \frac{(\cdot)_{i+2} - (\cdot)_{i+1} + 6(\cdot)_i - (\cdot)_{i-1} + (\cdot)_{i-2}}{c^4},$$

тогда дифференциальные уравнения системы (4) в частных производных заменим на обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка по временной координате:

$$\begin{cases} \ddot{u}_i = \Lambda_{x^2}(u_i) - k_x \Lambda_x(w_i) + \Lambda_x(w_i) \Lambda_{x^2}(w_i), \\ \dot{w}_i + \varepsilon \dot{w}_i = \lambda^2 \left\{ -\frac{1}{12} \Lambda_{x^4}(w_i) + k_x [\Lambda_x(u_i) - k_x w_i - w_i \Lambda_{x^2}(w_i)] + \right. \\ \left. + \Lambda_{x^2}(u_i) \Lambda_x(w_i) + \Lambda_{x^2}(w_i) \Lambda_x(u_i) + \frac{3}{2} (\Lambda_x(w_i))^2 \Lambda_{x^2}(w_i) + q \right\}. \end{cases} \quad (8)$$

Полученная система обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка (8) методом замены переменных сводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, которую решаем методами Рунге-Кутты четвертого и шестого порядка точности.

### 3.2. Достоверность получаемых результатов

Для исследования нелинейной динамики бесконечно длинных гибких пологих панелей разработаны алгоритмы и пакеты программ, которые позволяют исследовать сходимость решения в зависимости от разбиения  $x \in [0,1]$ . Для этой цели интервал  $[0,1]$  разбивался на 20, 40, 60, 80 точек, а область управляющих параметров  $\{q_0, \omega_p\}$  разбивалась на  $\{10 \times 10\}$ ,  $\{20 \times 20\}$ ,  $\{50 \times 50\}$ ,  $\{100 \times 100\}$ ,  $\{200 \times 200\}$ ,  $\{300 \times 300\}$ , т.е. приходилось решать и анализировать  $1 \times 10^2$ ,  $4 \times 10^2$ ,  $2,5 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $4 \times 10^4$ ,  $9 \times 10^4$  задач соответственно. Каждая из задач анализировалась с помощью быстрого преобразования Фурье – построения спектра мощности и анализа знака старшего ляпуновского показателя. Программный комплекс позволяет определять различные типы колебаний: гармонические, бифуркации удвоения периодов, колебания на независимых частотах, хаос и др. Графической интерпретацией результатов анализа служат карты режимов колебаний. Эти карты отражают характер нелинейного динамического процесса, позволяя ориентироваться в пределах исследуемых зон. Тип таких зон определяется с помощью цветовой гаммы, которая приведена на картах (табл. 1 и табл. 2).

В табл. 1 приведены карты зависимости от разбиения интервала  $x \in [0,1]$  ( $N = 20; N = 40; N = 60; N = 80$ ). Зеленый цвет на картах в цветном исполнении и насыщенный темно-серый в черно-белом исполнении указывает на зоны, где решения расходятся. При разбиении  $N = 80$  решение существует практически для любой пары параметров, кроме того, наблюдается высокая степень совпадения с предыдущим разбиением, поэтому далее исследования ведутся с разбиением  $N = 80$ .

Решения, приведенные на табл. 1, получены при решении задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-ого порядка точности. В табл. 2 показаны карты характера колебаний для бесконечно длинных гибких пологих цилиндрических панелей при значении безразмерного геометрического параметра  $k_x = 12$  и  $k_x = 48$ , полученных с помощью метода Рунге-Кутты 4-ого и 6-ого порядка точности при решении задачи Коши. Результаты полностью совпадают, но предпочтение здесь стоит отдать методу Рунге-Кутты 4-ого порядка точности, так как время, затраченное на построение карт режимов колебаний, в 1,5-2 раза меньше.

Таблица 1

Исследование сходимости модели по числу точек

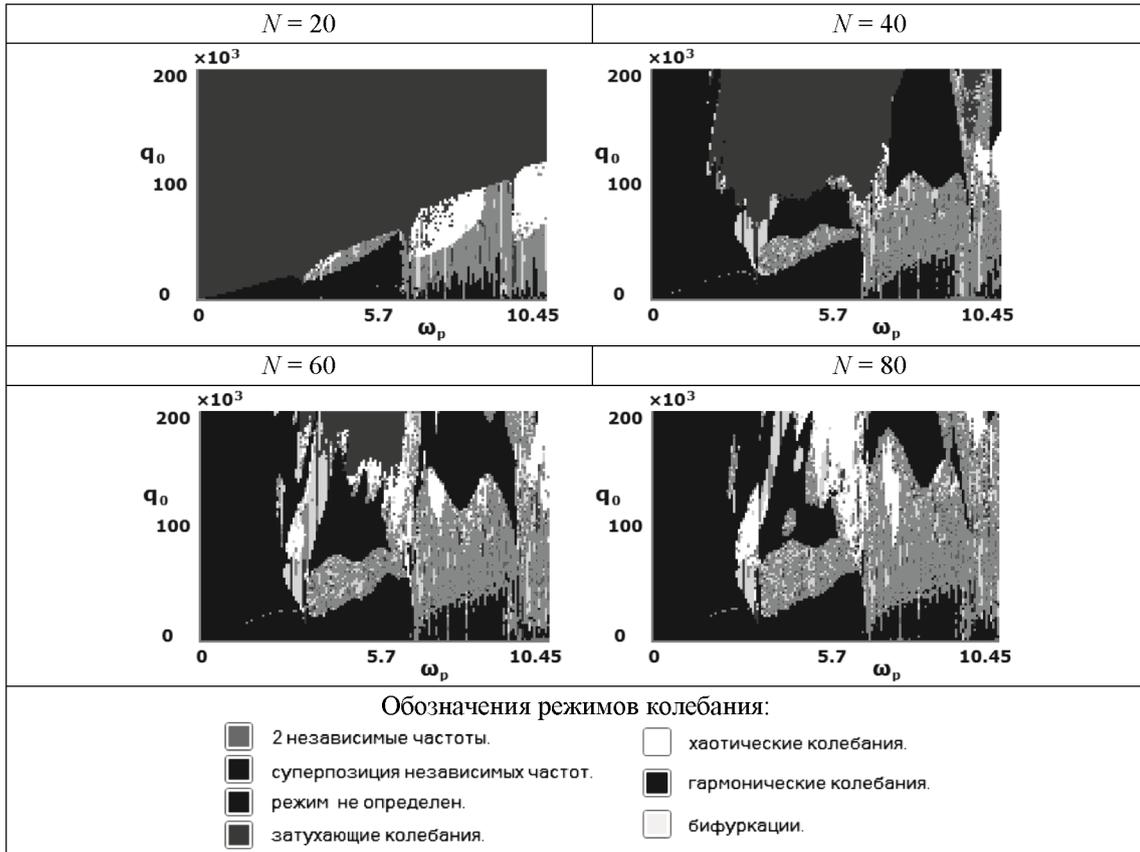
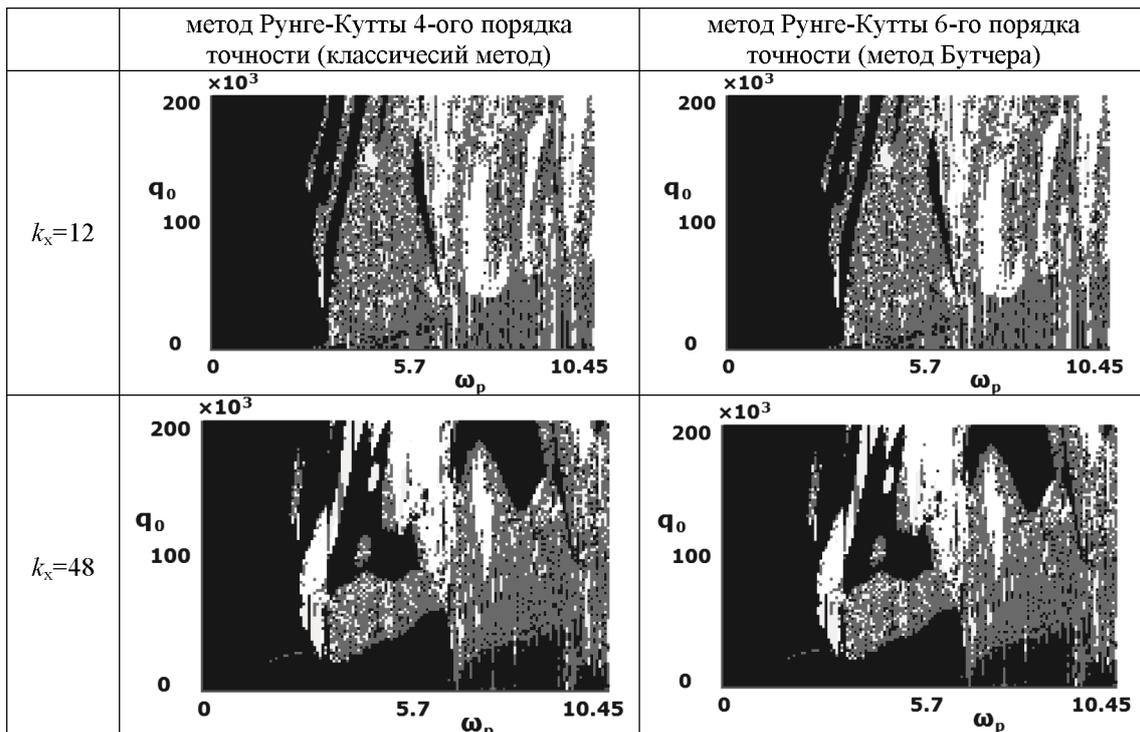


Таблица 2

Исследование сходимости по методу

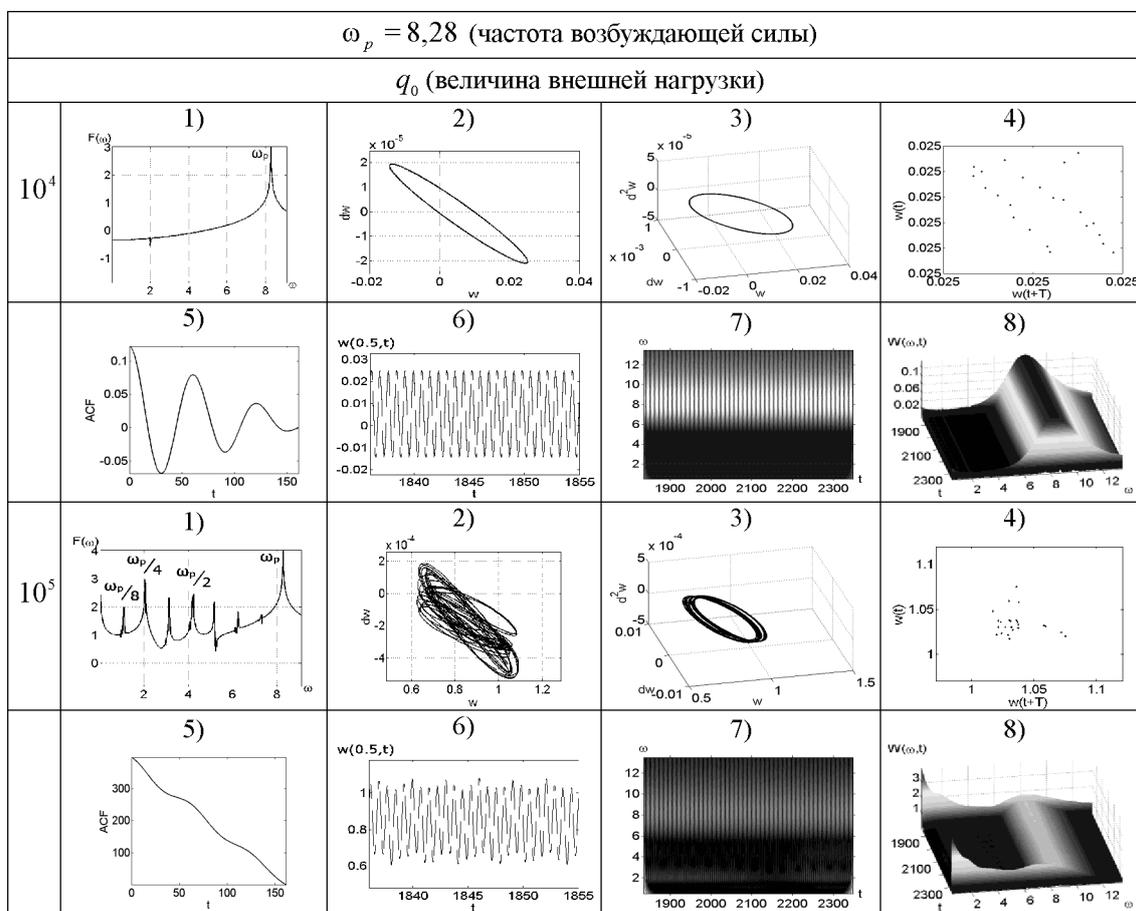


Практическое применение карт режимов колебаний заключается в возможности определения допустимых значений управляющих параметров. Наиболее благоприятным является гармонический режим колебаний, так как напряжения в панели меняются равномерно. Хаотический режим, напротив, приводит к резким скачкам напряжений, потере устойчивости, что негативно сказывается на прочности конструкции и может привести к её разрушению.

В таблицах 3 и 4 для безразмерных геометрических параметров  $k_x = 12$  и  $k_x = 48$  приведены: 1) спектр мощности Фурье, 2) модальный портрет 2-d, 3) фазовый портрет 3-d, 4) сечение Пуанкаре, 5) автокорреляционная функция, 6) сигнал, 7), 8) – вейвлет Морле 2-d и 3-d при соответствующих значения  $q_0$  и  $\omega_p$ .

Таблица 3

Различные сигналы при геометрическом безразмерном параметре  $k_x=12$



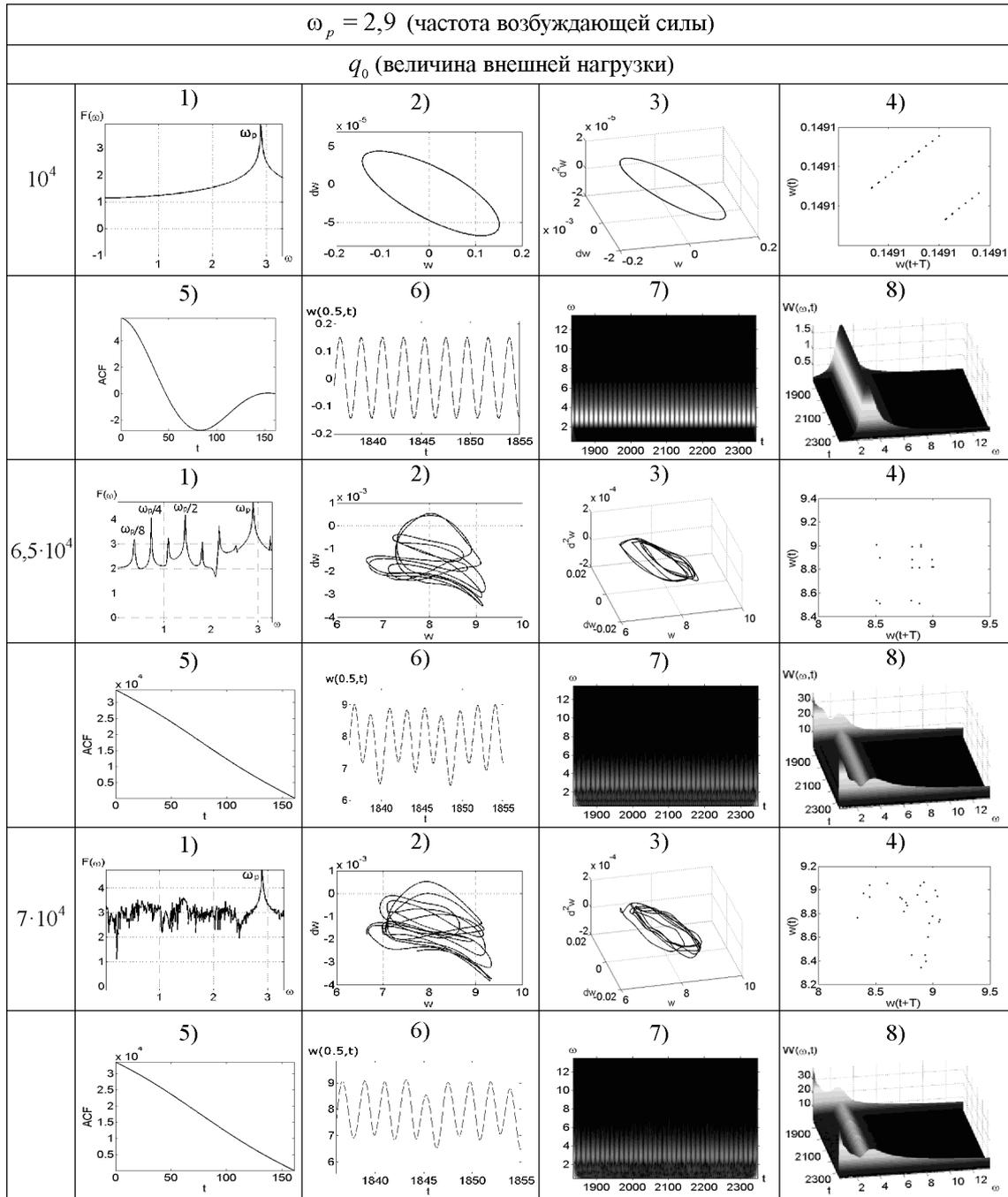
Следует отметить, что аналитика вейвлетных преобразований сигнала определяется математической базой разложения сигнала, которая аналогична преобразованию Фурье. Основной отличительной особенностью вейвлет-преобразования является новый базис разложения сигнала. Свойства вейвлетов принципиально важны как для самой возможности разложения сигналов по единичным вейвлетным функциям, так и для целенаправленных действий над вейвлетными спектрами сигналов, в том числе с последующей реконструкцией сигналов по образованным вейвлетным спектрам. Вейвлет анализ – это тот «микроскоп», который позволяет уловить изменение характера колебаний сигналов по времени, что невозможно сделать с помощью преобразования Фурье. На соответствующих графиках таблиц 3 ( $q_0 = 10^5$ , (7)) и 4 ( $q_0 = 5 \times 10^4$ , (7);  $q_0 = 2 \times 10^5$ , (7) при  $\omega_p=6,279$ ) это хорошо видно.

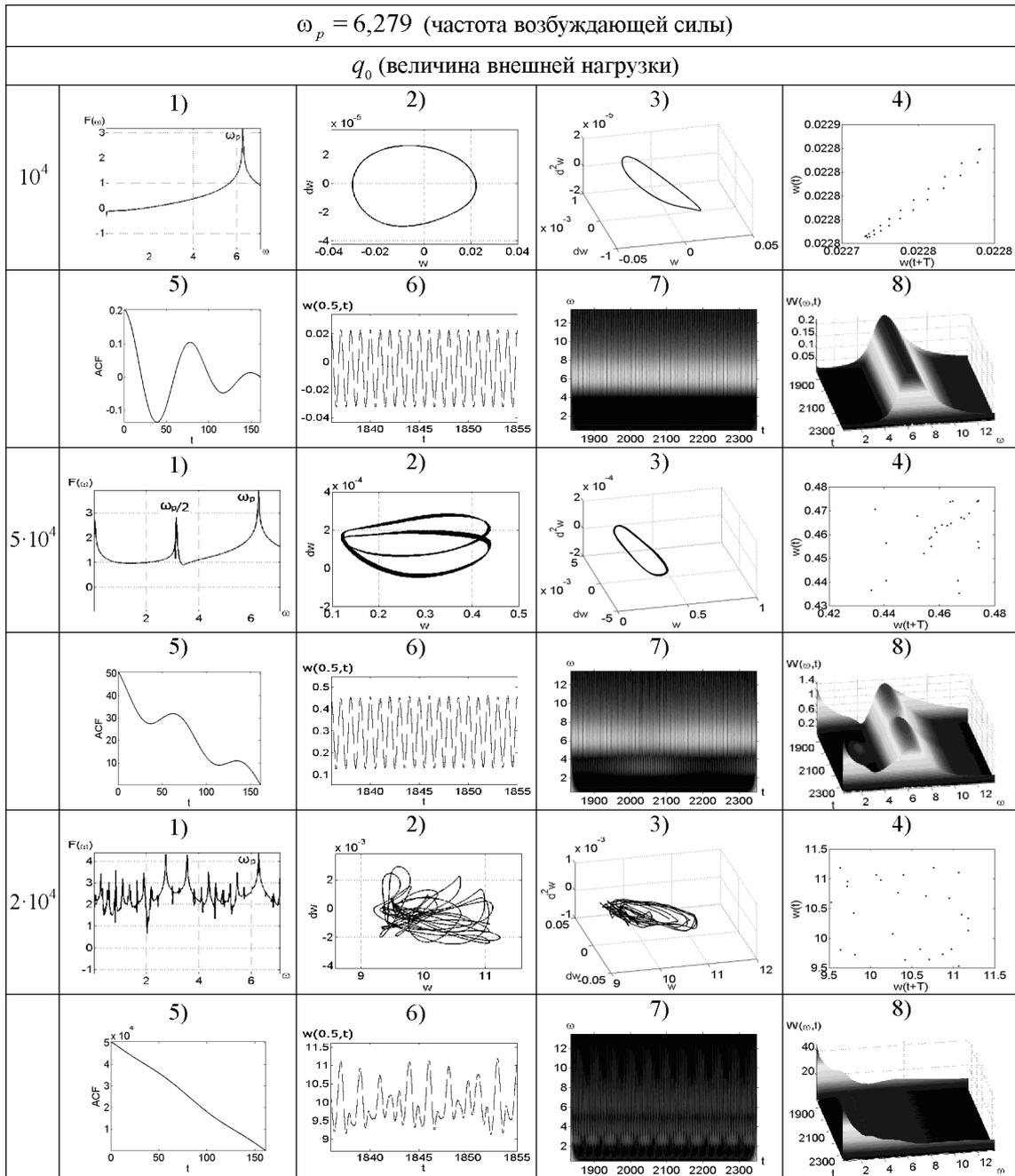
Фазовый портрет характеризует изменения распределенной системы во времени и, построенный для 3-мерного случая, рассматривает изменение в точке прогиба, скорости и ускорения. Модальный портрет характеризует изменение изгибания поверхности во времени в той же точке с помощью геометрических характеристик: прогиба, угла поворота и кривизны.

Процесс перехода колебаний панели из гармонического режима колебаний в хаотический режим происходит по сценарию Фейгенбаума с образованием серии бифуркаций удвоения (бифуркации Хопфа), что отчетливо заметно при анализе спектра мощности.

Таблица 4

Различные сигналы при геометрическом безразмерном параметре  $k_x = 48$





Список литературы

1. Berdichevskiy V., Ozbek A., Shekhtman I., Volovoi V. High energy beam vibrations // 35<sup>th</sup> AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Struct., Struct. Dyn. and Mater. Conf., Hilton Head, S. c. Apr. 18-20, 1994: Collect. Techn. Pap. Pt. 3. – Washington (D.C.), 1994. – P. 1456-1458.
2. Bar-Yoseph P.Z., Fifer D., Gottlieb O. Spectral element methods for nonlinear spatio-temporal dynamics of Euler-Bernoulli beam // Comput. Mech, 1996, 19, 2. – P. 136-151.
3. Yamaguchi T., Nagai K., Suzuki H. Nihon kikai gakkai ronbunshu. // C N Trans. Jap. Soc. Mech. Eng. C., 2000, 66, № 652. – P. 3820-3827.
4. Ng T.Y., Daolin Xu. Multiple stability and unpredictable outcomes in the chaotic vibrations of Euler beams // Trans. ASME. J. Vibr. And Accoust, 2002, 124, № 1. – P. 126-131.

5. Nagai K. Chaos in post-buckled beams with asymmetric property under periodic excitation // 19<sup>th</sup> Int. Cong. Theor. And. Mech., Kyoto, Aug. 25-31, 1996: Abst. – Kyoto, 1996. – 283 p.
6. Han Q., Zheng X. Chaotic response of a large deflection beam and effect of the second order mode // Eur. J. Mech. A., 2005, 24, № 6. – P. 944-956.
7. Awrejcewicz J., Krysko V.A., Vakakis A. Nonlinear dynamics of continuous elastic systems. – N.Y.: Springer, 2004. – 341 p.
8. Awrejcewicz J., Krysko V.A., Krysko A.V. Thermo-dynamics of plates and shells. – N.Y.: Springer, 2007. – 778 p.
9. Krysko V.A., Awrejcewicz J. Chaos in structural mechanics. – N.Y.: Springer, 2008. – 437 p.
10. Awrejcewicz J., Krysko A.V., Bochkarev V.V., Babenkova T.V., Papkova I.V., Mrozowski J. Chaotic vibrations of two-layered beams and plates with geometric, physical and design nonlinearities / International Journal of Bifurcation and Chaos, 2011, Vol. 21, № 10. – P. 2837-2851.
11. Крысько В.А., Жигалов М.В., Салтыкова О.А., Десятова А.С. Диссипативная динамика геометрически нелинейных балок Бернулли-Элера // Изв. РАН. Механика твердого тела, 2008, № 6. – С. 128-136.
12. Крысько В.А., Папкина И.В., Солдатов В.В. Анализ нелинейных хаотических колебаний пологих оболочек вращения с помощью вейвлет-преобразования // Изв. РАН. Механика твердого тела, 2010, № 1. – С. 107-117.
13. Крысько В.А., Жигалов М.В., Салтыкова О.А., Крысько А.В. Об учете влияния поперечных сдвигов на сложные нелинейные колебания упругих балок // ПМТФ, 2011, Т. 52, № 5. – С. 186-193.
14. Крысько В.А., Коч М.И., Жигалов М.В., Крысько А.В. Фазовая хаотическая синхронизация колебаний многослойных балочных структур // Прикладная механика и техническая физика, 2012, Т. 53, № 3. – С. 166-175.

**Zagniboroda N.A.** – post-graduate student

E-mail: tssrat@mail.ru

**Krysko V.A.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: tak@san.ru

**Krysko A.V.** – doctor of physical and mathematical sciences, professor

E-mail: anton.krysko@gmail.com

**Saratov State Technical University**

The organization address: 413100, Russia, Engels, pl. Svoodi, 17

**Shakirzyanov F.R.** – candidate of physical and mathematical sciences, assistant

E-mail: faritbox@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Nonlinear dynamics of an infinitely long cylindrical panels

#### Resume

Flexible shallow infinitely long cylindrical panels are widely used in various electronic devices and gyroscopes – a micro-electro-mechanical systems (MEMS sensors) that are part of the model gyros with distributed mass and large amplitude oscillations of the oscillators. A mathematical model for the analysis of chaotic dynamics of infinitely long flexible cylindrical panels when, the model of the Kirchhoff-Love is used as a kinematic model, was built in this paper. Geometric nonlinearity is taken into account in the form of T. von Karman. Nonlinear partial differential equations are reduced to the Cauchy problem using the finite difference method with an error  $O(h^2)$  and the finite element method. Cauchy problem is solved by Runge-Kutta method of the fourth and the sixth order of accuracy. The resulting maps oscillation modes for infinitely long flexible shallow cylindrical panels allow determining the permissible values of the control parameters. Substantiates the reliability of the results.

**Keywords:** bifurcation, phase portraits, Lyapunov exponents, chaotic vibrations of infinitely long cylindrical panels.

### References

1. Berdichevskiy V., Ozbek A., Shekhtman I., Volovoi V. High energy beam vibrations // 35<sup>th</sup> AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Struct., Struct. Dyn. and Mater. Conf., Hilton Head, S. c. Apr. 18-20, 1994: Collect. Techn. Pap. Pt. 3. – Washington (D.C.), 1994. – P. 1456-1458.
2. Bar-Yoseph P.Z., Fifer D., Gottlieb O. Spectral element methods for nonlinear spatio-temporal dynamics of Euler-Bernoulli beam // *Comput. Mech.*, 1996, 19, 2. – P. 136-151.
3. Yamaguchi T., Nagai K., Suzuki H. Nihon kikai gakkai ronbunshu. // *C N Trans. Jap. Soc. Mech. Eng. C.*, 2000, 66, № 652. – P. 3820-3827.
4. Ng T.Y., Daolin Xu. Multiple stability and unpredictable outcomes in the chaotic vibrations of Euler beams // *Trans. ASME. J. Vibr. And Acoust.*, 2002, 124, № 1. – P. 126-131.
5. Nagai K. Chaos in post-buckled beams with asymmetric property under periodic excitation // 19<sup>th</sup> Int. Cong. Theor. And Mech., Kyoto, Aug. 25-31, 1996: Abst. – Kyoto, 1996. – 283 p.
6. Han Q., Zheng X. Chaotic response of a large deflection beam and effect of the second order mode // *Eur. J. Mech. A.*, 2005, 24, № 6. – P. 944-956.
7. Awrejcewicz J., Krysko V.A., Vakakis A. Nonlinear dynamics of continuous elastic systems. – N.Y.: Springer, 2004. – 341 p.
8. Awrejcewicz J., Krysko V.A., Krysko A.V. Thermo-dynamics of plates and shells. – N.Y.: Springer, 2007. – 778 p.
9. Krysko V.A., Awrejcewicz J. Chaos in structural mechanics. – N.Y.: Springer, 2008. – 437 p.
10. Awrejcewicz J., Krysko A.V., Bochkarev V.V., Babenkova T.V., Papkova I.V., Mrozowski J. Chaotic vibrations of two-layered beams and plates with geometric, physical and design nonlinearities / *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 2011, Vol. 21, № 10. – P. 2837-2851.
11. Krysko V.A., Zhigalov M.V., Saltykova O.V., Desytova A.S. The dissipative dynamics of geometrically nonlinear Bernoulli-Euler's beams // *Math. RAS. Mechanics of Solids*, 2008, № 6. – P. 128-136.
12. Krysko V.A., Papkova I.V., Soldatov V.V. Analysis of non-linear chaotic oscillations of shallow shells of revolution using wavelet transform // *Math. RAS. Mechanics of Solids*, 2010, № 1. – P. 107-117.
13. Krysko V.A., Zhigalov M.V., Saltykova O.V., Krysko A.V. On account of the influence of transverse shear on the complex non-linear vibrations of elastic beams // *J. Appl.*, 2011, Vol. 52, № 5. – P. 186-193.
14. Krysko V.A., Koch M.I., Zhigalov M.V., Krysko A.V. The phase chaotic synchronization of oscillations of multi-beam structures // *Applied Mechanics and Technical Physics*, 2012, Vol. 53, № 3. – P. 166-175.



УДК 378.147

**Бикчентаева Р.Р.** – кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: ramzia@kgasu.ru

**Халиуллин М.И.** – кандидат технических наук, доцент

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

### **Влияние межпредметных связей на формирование компетенций будущих специалистов**

#### **Аннотация**

Показано, что межпредметные связи повышают уровень практической и научно-теоретической подготовки обучаемых, и именно они позволяют обобщить полученные знания и умения для применения их в конкретных ситуациях как в учебной, так и в производственной деятельности. На примере дисциплины «Методика профессионального обучения», являющейся основной в составе учебного плана подготовки педагогов профессионального обучения, показаны межпредметные связи с другими дисциплинами общепрофессионального цикла, отраслевыми дисциплинами, дисциплинами гуманитарного и социально-экономического цикла и практиками. На основании проведенного анализа показано, что выбор формы занятия определяет формирование межпредметных связей.

**Ключевые слова:** межпредметные связи, методика профессионального обучения, профессиональные компетенции, педагог профессионального обучения, строительные технологии.

Система образования и воспитания является основным источником сохранения и развития интеллектуального потенциала общества. Главное место в этой системе занимает педагог, поскольку именно он является связующим звеном между потребностями отдельно взятой личности и потребностями общества. Результат полученного образования зависит как от личности обучаемого, так и личности педагога, его профессиональной и общекультурной подготовки, творческого потенциала.

Сегодня перед учреждениями профессионального образования всех уровней остро стоит вопрос не просто подготовки специалистов со сформированным набором знаний, умений, но прежде всего обладающих надлежащими компетенциями. Как отмечается в работе Е.В. Харитоновой: «Компетенция – это параметр социальной роли, который в личностном плане проявляется как компетентность, соответствие лица занимаемому месту, «времени»; это способность осуществлять деятельность в соответствии с социальными требованиями и ожиданиями. Компетенцию можно рассматривать как возможность установления связи между знанием и ситуацией или, в более широком смысле, как способность найти, обнаружить процедуру (знание, действие), подходящую для решения проблемы» [1].

Педагог профессионального обучения после окончания университета будет непосредственно участвовать в подготовке кадров в профессиональных колледжах и лицеях. Например, формировать компетенции у будущих строителей: каменщиков, плиточников, мастеров общестроительных работ и других. В настоящее время подготовка педагогов профессионального обучения осуществляется в основном по стандартам второго поколения, но уже сегодня протекает процесс перехода на новые стандарты третьего поколения, нацеленные на формирование компетенций. Это обусловлено сменой парадигмы образования от «знаниевой» к «компетентностной» модели подготовки кадров.

Успешность подготовки будущих педагогов профессионального обучения определяется не только имеющимися в арсенале профессорско-преподавательского состава университета методами обучения и воспитания, а также в значительной степени их педагогическим мастерством и творческим отношением к делу.

Мастерство преподавателя определяется многими факторами и одним из важных среди них является умение не просто заставить студента выучивать термины и определения, которые, безусловно, нужны, но и научить его умению выстраивать их в логические цепочки.

Эту цепочку в профессиональном обучении формируют межпредметные связи. Межпредметные связи повышают уровень практической и научно-теоретической подготовки обучающихся, и именно они позволяют обобщить полученные знания и умения для применения их в конкретных ситуациях как в учебной, так и в производственной деятельности. Именно комплексное видение изучаемых вопросов помогает обучаемому решать сложные проблемы реальной действительности.

В учебном плане подготовки педагогов профессионального обучения существует дисциплина «Методика профессионального обучения», которая представляет собой связующее звено между тем, что сегодняшний студент изучает в процессе обучения в университете и тем, что он будет делать в процессе трудовой деятельности в качестве педагога профессионального обучения. На учебных занятиях по дисциплине «Методика профессионального обучения» изучаются основы того, каким образом необходимо проводить учебные занятия, чтобы обучающиеся качественно осваивали профессию.

Межпредметные связи, характерные для дисциплины «Методика профессионального обучения», приведены на рисунке.



Рис. Межпредметные связи дисциплины «Методика профессионального обучения»

Из рисунка следует, что дисциплина «Методика профессионального обучения» как основная дисциплина учебного плана подготовки педагогов профессионального обучения связана со многими другими дисциплинами общепрофессионального цикла («Общая и профессиональная педагогика», «Общая психология», «Психология профессионального образования»), отраслевыми специальными дисциплинами («Строительные материалы», «Технология строительного производства», «Технологии КНАУФ», «Инженерная геодезия»), дисциплинами гуманитарного и социально-экономического цикла («Профессиональная этика», «Педагогический менеджмент») и практиками («Квалификационная практика по рабочей профессии», «Педагогическая практика»).

Педагог профессионального обучения после окончания университета будет сам формировать компетенции у будущих строителей в профессиональных лицеях и колледжах. Поэтому такие дисциплины, как «Строительные материалы», «Технология строительного производства», «Инженерная геодезия», «Технологии КНАУФ», являются базовыми для овладения методикой и приемами преподавания.

Например, одной из дисциплин, играющих достаточно важную роль с точки зрения межпредметных связей в процессе преподавания дисциплины «Методика профессионального обучения», является «Технология Кнауф».

В последние десятилетия в мировой практике производства строительных материалов и изделий и технологиях их применения происходят значительные изменения, связанные с внедрением эффективных композиционных материалов и комплектных систем, бурным проникновением в строительную отрасль прогрессивных высокопроизводительных механизированных технологий, быстро вытесняющих устаревшие традиционные приемы работ.

В результате изучения дисциплины «Технология Кнауф», включающей теоретические и практические занятия по специально разработанным учебным программам, базирующимся на применении компетентностного подхода, слушатели овладевают комплексом знаний и умений в области технологий применения широкого круга современных строительных материалов: отделочных на гипсовой и цементной основе, фасадных, теплозвукоизоляционных.

Возможность предоставления студентам архитектурно-строительных вузов изучения подобных дисциплин, предусматривающих овладение в ходе практических занятий технологиями работы с самыми современными строительными материалами и изделиями ведущих мировых производителей, имеет важное значение для формирования профессиональных компетенций обучающихся. Это особенно актуально с учетом крайне ограниченного объема часов, отводимых Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования для подготовки бакалавров по профилю «Строительство» направления 051000.62 «Профессиональное обучение» на изучение дисциплины профессионального цикла «Строительные материалы», когда в рамках аудиторных занятий со студентами удастся успеть рассмотреть только базовые основы строительного материаловедения, в части изучения составов, структуры и технологических основ получения строительных материалов, а также методов оценки показателей их качества.

Сама дисциплина «Методика профессионального обучения» является важной для прохождения педагогической практики. Лишь освоив теоретические азы методики, проведя несколько «пробных уроков», будущий педагог профессионального обучения овладевает общепрофессиональными компетенциями.

Еще раз отметим важность межпредметных связей в практической и научно-теоретической подготовке, что даст возможность сегодняшнему студенту применять знания и умения при рассмотрении конкретных вопросов, как в ходе учебной, так и производственной деятельности в период прохождения педагогической практики, а впоследствии и непосредственно в период работы.

Нами на протяжении четырех лет выявлялась важность использования межпредметных связей в процессе подготовки педагогов профессионального обучения. С этой целью проводился опрос среди студентов – будущих педагогов профессионального обучения – по специально составленному вопроснику.

В таблице приведены результаты ответов студентов на вопрос: «Как вы считаете, важны ли в процессе обучения межпредметные связи?».

Таблица

#### Результаты определения важности межпредметных связей

Год	Распределение ответов студентов в %			
	Очень важны	Важны	Не очень важны	Затрудняюсь ответить
2009	48	42	4	6
2010	46	45	5	4
2011	47	46	4	3
2012	46	46	5	3

При ответе на вопрос о значении межпредметных связей в процессе обучения студенты выделили, что межпредметные связи способствуют: глубокому пониманию учебного материала – 34 % от всех опрошенных; запоминанию материала на более длительное время – 32 % от всех опрошенных; привитию интереса к профессии в процессе изучения – 34 % от всех опрошенных.

Кроме того, анализ выполнения самостоятельных работ, требующих владения знаниями, умениями по дисциплинам, которые изучались ранее или изучаются параллельно с дисциплиной «Методика профессионального обучения», показал, что 84 % студентов из общего числа выполняют их в срок с положительными результатами.

Необходимо отметить также, что использование межпредметных связей влияет на выбор как самого содержания дисциплины, так и методов, применяемых в процессе обучения. Из рисунка следует, что дидактические основы межпредметных связей формируются на базе общепрофессиональных, отраслевых специальных, гуманитарных и социально-экономических дисциплин. Такие связи подготавливают студентов к овладению в совершенстве любой профессией. Овладение всей совокупностью дисциплин учебного плана формирует у студентов развитие способностей, необходимых для овладения профессиональными навыками, профессиональным опытом. Притом, что каждый предмет сохраняет свою самостоятельность, межпредметные связи на учебных занятиях по дисциплине «Методика профессионального обучения» являются систематическими и пронизывают весь учебно-воспитательный процесс в рамках ее преподавания. Эти связи способствуют углублению и закреплению ранее полученных знаний студентами, развитию их познавательных интересов и активизации мыслительной деятельности, умению комплексно применять знания, полученные при изучении различных дисциплин.

Выбор тех или иных межпредметных связей не случаен и определяется:

- 1) содержанием практик;
- 2) быстрой адаптацией в производственных условиях;
- 3) профессионально-квалификационной характеристикой будущего специалиста.

Системное применение межпредметных связей в рамках общеобразовательных, общепрофессиональных и специальных дисциплин развивает кругозор, глубину мышления, способствует быстрому восприятию изучаемого материала и помогает развивать навыки использования потенциальных знаний в прикладных дисциплинах.

Каким образом можно правильно определить границу межпредметных связей без дублирования учебного материала других дисциплин?

Прежде всего, необходимо сформулировать воспитывающие и развивающие учебные цели. При предварительном изучении учебного плана преподаватель должен выявить возможное дублирование учебного материала при преподавании других дисциплин и предпринять меры по его исключению в результате обсуждения с соответствующими преподавателями. Именно таким образом построен процесс обучения на кафедре «Профессиональное обучение и педагогика».

После формулирования учебных целей преподаватель должен осуществить планирование процесса проведения учебных занятий. Этот процесс достаточно подробно отражен в работе Е.В. Ефременко [2].

Далее преподаватель выбирает формы и методы, которые позволяют интересно и с пользой для студентов провести учебные занятия. Для этого преподаватель сам должен четко представлять причинно-следственные связи, сущности изучаемых явлений и процессов.

Формы и методы, применяемые на занятиях, в большинстве своем должны реализовываться в активной форме. Именно активные формы позволяют вызвать интерес к занятию у студентов и обеспечивают посещаемость занятий. К активным можно отнести разнообразные формы организации обучения, обеспечивающие функции межпредметных связей: комплексное домашнее задание, урок-исследование, учебная конференция, урок-экскурсия, мультимедиа-урок, проблемный урок, ролевые и деловые игры.

Например, при изучении дисциплины «Методика профессионального обучения» проводятся как классические лекции, так и лекции с проблемными вопросами, лекции с заранее запланированными ошибками, лекции-дискуссии.

Лекции с заранее запланированными ошибками разработаны для развития у студентов умений оперативно анализировать профессиональные ситуации, выступать в роли экспертов, оппонентов, рецензентов, вычленивать неверную или неточную информацию. Подготовка преподавателя к такой лекции состоит в том, чтобы заложить при ее проведении определенное количество ошибок содержательного, методического или поведенческого характера. Со списком таких ошибок преподаватель знакомит

студентов только в конце лекции. Подбираются наиболее часто допускаемые ошибки, которые делают преподаватели в процессе своей работы. Конечно, процесс подготовки к такой лекции занимает много времени и требует от педагога высокого уровня владения материалом и лекторского мастерства. Задача студентов заключается в том, чтобы по ходу лекции отмечать в конспекте замеченные ошибки и назвать их при завершении лекции. На разбор ошибок отводится 10-15 минут. При проведении этого разбора даются правильные ответы на вопросы – преподавателем, слушателями или совместно. Количество запланированных ошибок зависит от специфики учебного материала, дидактических и воспитательных целей лекции, уровня подготовленности слушателей. Опыт использования лекции с заранее запланированными ошибками показывает, что студенты, как правило, находят задуманные ошибки (преподавателем проводится сверка со списком таких ошибок). Такая лекция создает атмосферу доверия между преподавателем и студентом, личностное включение обеих сторон в процесс обучения, активизирует познавательную деятельность обучающихся.

В качестве примера можно привести лекцию с заранее запланированными ошибками по дисциплине «Методика профессионального обучения», проведение которой требует от студентов установления межпредметных связей между такими дисциплинами, как «Педагогический менеджмент» и «Профессиональная этика», что позволяет студентам выявить заданные ошибки этического, профессионального, методического и управленческого характера.

Практические занятия по дисциплине «Методика профессионального обучения» проводятся в виде ролевой игры. В качестве примеров можно привести учебные занятия по организации и проведению педагогического совета, проведению заседания методической комиссии, разработки и проведению нетрадиционных уроков, которые планируются для учащихся профессиональных лицеев и колледжей строительного профиля.

Проведенный опрос среди студентов профессионального обучения позволил выявить следующее:

1) 63 % студентов от общего числа опрошенных в большей степени нравятся нетрадиционные лекции;

2) среди нетрадиционных лекций при изучении дисциплины «Методика профессионального обучения» наибольший интерес для студентов представляют лекции с проблемными вопросами – 54 % от общего числа опрошенных и лекции с проблемными вопросами – 46 % от общего числа опрошенных;

3) среди практических занятий наибольший интерес вызывали ролевые и деловые игры.

Необходимо отметить, что эффективность проведенного учебного занятия в решающей степени зависит от мастерства педагога. В работе [3] в качестве компонентов педагогического мастерства выделены четыре относительно самостоятельных элемента: мастерство организатора коллективной и индивидуальной деятельности обучаемых, мастерство убеждения, мастерство передачи знаний и формирования опыта деятельности, мастерство владения педагогической техникой. В реальной педагогической деятельности эти виды педагогического мастерства тесно связаны и взаимно усиливают друг друга.

Мастерство педагога позволяет своевременно выбрать формы и методы проведения учебного занятия с применением различных современных средств обучения.

Таким образом, владение преподавателем методикой преподавания и техническими средствами обучения в сочетании с умелой реализацией межпредметных связей при проведении учебных занятий обеспечивает формирование надлежащих компетенций у будущих специалистов.

### Список литературы

1. Харитоновна Е.В. Об определении понятий «компетентность» и «компетенция» // Успехи современного естествознания, 2007, № 3. – С. 67-68.
2. Ефременко Е.В. Межпредметные связи в учебной деятельности ОУ СПО // Среднее профессиональное образование, 2011, № 10. – С. 50-53.

3. Слостенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 576 с.

**Bikchentaeva R.R.** – candidate of pedagogical sciences, associate professor

E-mail: ramzia@kgasu.ru

**Khaliullin M.I.** – candidate of technical sciences, associate professor

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### **Influence of interdisciplinary communications on formation of competences of future experts**

#### **Resume**

Modern process of training of specialists first of all is aimed at formation at trained appropriate competences. It is shown that interdisciplinary communications raise level of practical and scientific-theoretical preparation of trainees, and they allow to generalize the received knowledge and abilities, for their application in concrete situations, both in educational, and in a production activity. On the example of discipline «Technique of vocational training», being the main as a part of the curriculum of preparation of teachers of vocational training, interdisciplinary communications with other disciplines of an all-professional cycle, branch disciplines, disciplines of a humanitarian and social and economic cycle and practitioners are shown. On the basis of the carried-out analysis it is shown that the choice of a form of occupation defines formation of interdisciplinary communications. Possession of the teacher of a technique of teaching and technical means of training in combination with skillful realization of interdisciplinary communications when carrying out studies provides formation of appropriate competences at future experts.

**Keywords:** interdisciplinary communication, technique of vocational training, professional competence, teacher of vocational training, building technology.

#### **References**

1. Haritonova E.V. About definition of the concepts «competence» and «competence» // *Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2007, № 3. – P. 67-68.
2. Efremenko E.V. Interdisciplinary communication in the educational activities of EI of SVE // *Srednee professionalnoe obrazovanie*, 2011, № 10. – P. 50-53.
3. Slastenin V.A., Isaev I.F., Shiyonov E.N. *Pedagogics: Manual for students of the highest pedagogical educational institutions.* – М.: Izdatelskii centr «Akademiya», 2007. – 576 p.

УДК [514.8:004.9]:378

**Данченко Л.В.** – старший преподаватель

E-mail: d9700@yandex.ru

**Туктамышов Н.К.** – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: nail1954@gmail.com

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

## Геометро-графический аспект в формировании профессионализма архитектора

### Аннотация

Исходя из специфики профессиональной деятельности, рассмотрена категория профессионализма архитектора и его составляющих. Приведены этапы формирования геометро-графической составляющей профессионализма в процессе обучения будущего архитектора и представлена ее структура. Определены задачи педагогической деятельности в контексте изучения курса начертательной геометрии и графики, содержание которого находится в соответствии со спецификой профессиональной деятельности архитектора и включает в себя теоретические основы формообразования, методы изображения поверхностей на плоскости, а также приемы увеличения наглядности данных изображений.

**Ключевые слова:** профессионализм, компетентность, архитектурное образование, начертательная геометрия, графика.

Современные условия развития общества, его постиндустриальной культуры требуют решения основной образовательной задачи в сфере подготовки архитектора – максимального развития способностей каждого обучающегося архитектурной специальности, формирования гибкого, восприимчивого к новым знаниям мышления. Общей тенденцией архитектурного образования во всем мире является формирование в процессе профессиональной подготовки гармоничной всесторонне развитой личности с ярко выраженной индивидуальностью, а не только специалиста, который может подготовить документацию для строительства [1]. Приоритетное значение приобретает развитие творческой компетентности в области архитектуры, проявляющейся в художественной, конструкторской, геометро-графической готовности выпускника-архитектора. В настоящее время архитектура выходит за рамки элементарного графического отображения и развивается в сторону усложнения составляющих структур и полной свободы конструирования формы и организации пространства. Сложившаяся ситуация не может не сказаться на организации архитектурного образования как целостной системы, главная концепция которого исходит из того, чтобы подготовить архитектора к решению конструкторских и художественно-композиционных задач архитектурного формообразования на широкой гуманитарной основе [2, 3]. В этой связи появилась необходимость создания в высшем учебном заведении педагогических условий, в рамках которых осуществлялось бы обучение студентов результативному использованию потенциала знаний (в т.ч. геометро-графических) в профильной деятельности, а также развитие способности действовать самостоятельно, творчески участвовать в процессе проектирования, формирование проектно-конструкторских умений. Проектная деятельность неразрывно связана с геометро-графической стороной процесса проектирования объекта архитектуры.

Согласно ГОС ВПО третьего поколения наиболее значимой категорией высшего образования является профессионализм. Профессионализм архитектурной деятельности – это качественная характеристика компетентности архитектора, степени владения соответствующими знаниями и методами решения профессиональных задач и их интеграции, а также показатель целостных познавательных структур личности [5]. Высокий уровень профессионализма может быть достигнут только при условии сопряжения целевых установок и ценностного отношения к своей деятельности будущего архитектора.

Ценностное отношение к профессиональной деятельности представляет собой образование, состоящее из следующих взаимосвязанных компонентов:

1. Знаниевый компонент, который характеризуется изучением содержания деятельности, знанием и пониманием ее цели, путей и средств достижения необходимого результата.

2. Мотивационный компонент, характеризующийся стремлением архитектора к самостоятельному познанию структуры своей деятельности, к профессиональной самореализации, выражающейся в продвижении своего авторского замысла и к профессиональному совершенствованию (мастерству).

3. Поведенческий компонент, который проявляется в целенаправленном овладении структурными составляющими профессиональной архитектурной деятельности и средствами профессионального общения.

4. Творческий компонент, ориентированный на персональное творческое становление субъекта обучения и его будущую профессиональную состоятельность.

5. Деятельностный компонент, который является наиболее важным и который определяет ценностное отношение субъекта к профессии, ее глубокого изучения и осмысления, адаптирования к социальным заказам [4].

В этих условиях востребованным является переход системы высшего профессионального архитектурного образования с устоявшейся знаниевой парадигмы к компетентностной и в обеспечении условий для реализации компетентностного подхода к содержанию обучения в вузе. Новая образовательная парадигма заключается в формировании профессиональных компетенций выпускника вуза, исходя из особенностей профессиональной деятельности. Вопрос компетентностного подхода в образовании рассматривается в работах ученых-педагогов: А.В. Хуторского, В. Байденко, И.А. Зимней, Г.И. Ибрагимова, Ф.И. Зеер и др. В сфере архитектурного образования данный вопрос освещается в трудах специалистов-архитекторов А.Л. Кудрявцева, П.В. Капустина, Н.Ф. Метленкова.

Предложенное в европейском проекте TUNING: «понятие компетенций и навыков включает знание и понимание (теоретическое знание академической области, способность знать и понимать), знание как действовать (практическое и оперативное применение знаний к конкретным ситуациям), знание как быть (ценности как неотъемлемая часть способа восприятия и жизни с другими в социальном контексте). В формировании компетенций участвуют содержание образования, организация образовательного процесса, образовательные технологии, самостоятельная работа студентов, проектное обучение и т.д.

Освоение компетенций происходит при изучении отдельных учебных дисциплин и дидактических единиц.

Стандарты профессионализма в архитектурной практике Международного Союза Архитекторов (Соглашение МСА, XXI Ассамблея МСА, Пекин, Китай, 28 июня 1999 г.) определяют компетентность архитектора как систематизированную сумму теоретических и практических знаний и мастерства, накопленных в процессе образования, учебной и послевузовской стажировки, а также приобретенного практического опыта. Согласно МСА архитектор осуществляет свою деятельность, используя определенные пространство, форму и культурно-исторический контекст, и несет перед ней ответственность за благосостояние общества, его развитие и выражение на языке культуры аспектов среды обитания.

Профессионализм архитектора как качественная характеристика его компетентности состоит:

1. Профессионализм знаний, т.е. владение знаниями, умениями, необходимыми для работы по специальности, к которым можно отнести владение проектными умениями (метод архитектурного проектирования), навыками комплексного проектирования и графическими методами отображения объекта, знание строительных систем и технологий, экономических, этических, экологических аспектов архитектуры и социально-правовой базы составления технической документации.

2. Профессиональное использование специфики региональных, местных условий проектирования на основе понимания контекста и «условия места», традиций культурного наследия.

3. Исследовательские навыки, проявляющиеся в умениях использовать передовой отечественный и зарубежный опыт проектирования.

4. Эффективное использование способностей (пространственное мышление, воображение, умение рисовать, конструкторская интуиция и т.п.) в профессиональной деятельности, проявляющееся в продвижении авторского замысла к реализации, применении ноу-хау, автономности и гибкости проектирования, стремлении к оригинальности и нестандартности решения.

5. Интегрированное сочетание знаний, умений, способностей, их воспроизводство, применение и организация.

По определению П.В. Капустина, профессиональная компетенция архитектора – «комплекс способностей плюс соответствие знаний и умений» [5]. Основанием профессиональной компетентности современного архитектора выступает его проектная деятельность, направленная на организацию объемно-пространственной среды и условий восприятия ее параметров в динамике. В современном архитектурном образовании на первый план выдвигаются деятельностные характеристики профессионального становления творческой личности в рамках любых учебных процессов и предметных курсов.

Образовательные традиции при этом ориентированы на сохранение и постоянное обновление блока изобразительных, графических дисциплин (рисунок, живопись, скульптура, объемно-пространственная композиция, начертательная геометрия и архитектурная графика), которые воспитывают у студентов художественный вкус и развивают творческую интуицию архитектора.

Геометро-графическая подготовка будущих архитекторов представляет собой непрерывный процесс, содержащий несколько этапов.

**1 этап** – начальная профильная подготовка, проводимая по направлению «школа-вуз» на базе профильных классов общеобразовательных учебных заведений, где с помощью элективного курса черчения реализуется обучение учащихся основам начертательной геометрии как языку архитектурного формообразования; графическое развитие пространственного мышления в детской архитектурной школе; обучение графике на базе подготовительных курсов по основным направлениям (рисунок, черчение, композиция).

**2 этап** – первые два года обучения в вузе по направлению «Архитектура» на основе учебных курсов: начертательная геометрия (фундаментальная подготовка в сфере геометрии и графики, формирующая знание методов отображения объектов пространства на плоскости и законов геометрического формообразования), архитектурная графика и проектное черчение (практическое освоение приемов выполнения архитектурно-строительных чертежей и знакомство с нормативной базой проектирования), академический и архитектурный рисунок (графическая основа творческой стороны личности архитектора), объемно-пространственная композиция (становление основных навыков работы будущего архитектора, таких, как создание формы объекта, пространственной среды и ее структурных элементов, и умения отстаивать свой авторский замысел).

**3 этап** – освоение технических информационных средств архитектурного проектирования и выполнения чертежей (САПР).

Несомненно, что наиболее значимыми являются первые два этапа. Что касается третьего этапа, то освоение информационных технологий происходит на базе уже сформированных навыков формообразования в архитектурном проектировании («метод архитектора»).

Все этапы взаимосвязаны и взаимообусловлены и являются базисом основной профильной дисциплины «Архитектурное проектирование».

На основе заданного алгоритма и выделенных этапов основными задачами педагогической деятельности в контексте геометро-графической подготовки будущего архитектора являются:

1. Проектно-педагогическая деятельность: проектирование содержания образования в сфере геометро-графической подготовки архитектора и ее связи с другими дисциплинами архитектурного образования; планирование учебной деятельности по начертательной геометрии, архитектурной графике и черчению в соответствии с образовательной программой, учебным планом; проектирование поисково-творческой,

созидательно-преобразовательной деятельности и сотворчество; использование современных средств обработки информации.

2. Воспитательная деятельность: осуществление процесса воспитания и развития молодых людей посредством графической культуры с ориентацией на развитие творческой индивидуальности личности; обеспечение освоения геометро-графических знаний и формирование учебных компетенций, способствующих развитию графической культуры будущего архитектора; осуществление культурно-просветительской деятельности.

3. Организационно-управленческая деятельность: составление планов обучения; организация контроля над результатами обучения и обеспечение реализации обучающих программ.

4. Научно-методическая деятельность: изучение информации по отечественному и зарубежному опыту геометро-графической подготовки архитектора, современных достижений в области педагогики и методики высшего профессионального образования и т.п.

Основы общей теории изображений, как средства фиксации и конкретизации архитектурного замысла проектируемого объекта, рассматриваются в процессе изучения курса начертательной геометрии, содержание которой находится в соответствии со спецификой деятельности архитектора и включает в себя:

- 1) основные принципы геометрического формообразования поверхностей;
- 2) методы изображения пространственных форм на плоскости;
- 3) способы графического решения различных геометрических задач, связанных с оригиналом;
- 4) приемы увеличения наглядности и визуальной достоверности изображений проектируемого объекта [6].

Цель изучения курса – содействие становлению базисной профессиональной компетентности архитектора на основе содержания дисциплины.

Задачи по обеспечению достижения цели:

- формирование системы знаний о теоретической и практической стороне развития профессиональной личности архитектора в условиях обучения геометрии и графике, а также о месте этих знаний в перспективной системе архитектурного образования;
- развитие умений использовать современную теорию и практику в условиях геометро-графической подготовки;
- организация деятельности по проведению мониторинга уровня развития будущего архитектора в сфере конструирования, моделирования;
- организация исследовательской деятельности по изучению закономерностей и тенденций развития геометро-графической и геометро-конструкторской составляющей обучения архитектора в современных условиях;
- инициирование самостоятельной деятельности по проектированию и организации образовательной деятельности будущих архитекторов, ориентированной на формирование поисково-творческих качеств.

В ходе текущей аттестации оценивается качество освоения знаний геометрических основ графических изображений и приемов их реализации.

Аттестация проводится во время защиты индивидуальных графических работ (эпюров) в виде тестовых заданий по узловым темам дисциплины. Критерии оценки могут быть разработаны преподавателем на основе его профессионального видения и в зависимости от этапа обучения.

Совокупность знаний, умений и навыков в области графики является динамичной и составляет основу профессиональной графической компетентности архитектора, необходимой для его эффективной деятельности [3, 5].

Графическая компетентность архитектора формируется в процессе обучения в вузе и может быть представлена следующими компетенциями:

- специальные компетенции, т.е. профессиональные знания, умения и навыки, необходимые для архитектурной практики (индивидуальной, концептуальной, общепроектной). К специальным компетенциям относятся: владение академическим и архитектурным рисунком, методами и приемами визуализации, знание основ геометрических построений и геометрического формообразования;

- инструментальные компетенции, т.е. владение приемами построения изображений, информационными технологиями, пакетом графических программ, применяемых в архитектуре;

- персональные или личностные компетенции, а именно стремление к совершенствованию, к реализации собственных творческих устремлений, дальнейшее развитие способностей и мастерства, использование исторического опыта в процессе проектирования и визуализации авторского замысла.

Одной из задач изучения курса начертательной геометрии (архитектурной графики) является создание условий для самостоятельной работы студентов-архитекторов, которая включает:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса, обеспеченных литературой;

- углубленное изучение отдельных тем с использованием дополнительной литературы;

- исследовательская работа по применению геометрических построений, пропорциональности, масштабности и т.п. в архитектуре;

- изучение и анализ научной литературы, исторического и культурного контекста геометрического формообразования в архитектуре;

- подготовка и выступление на студенческой научно-практической конференции по заданной теме.

Перспективы развития высшего архитектурного образования требуют постоянного поиска и реализации резервов в методике обучения геометро-графическим дисциплинам, учитывая и используя взаимосвязь проектного мышления архитектора и задач учебного курса.

### Список литературы

1. Кудрявцев А.П., Степанов А.В., Метленков Н.Ф., Волчок Ю.П. Архитектурное образование: проблемы развития. 2-е из. – М.: Эдиториал УРСС, 2009. – С. 152.
2. Мубаракшина Ф.Д. Методика начальной проектной подготовки студентов инженеров-архитекторов специальности «Проектирование зданий». // Известия КазГАСУ, 2009, № 1 (11). – С. 24.
3. Метленков Н.Ф. Моделирование учебного архитектурного проектирования. // Архитектура и строительство России, 2009, № 6. – С. 1-17.
4. Габдулхаков В.Ф., Юсупова Г.Ф., Каюмова А.М. Лингводидактические компетенции будущего педагога // Поликультурное языковое образование Казани, 2010, выпуск 6. – С. 34-38.
5. Капустин П.В. Профессиональные компетенции архитектора // Alma mater, 2003, № 6. – С. 32.
6. Короев Ю.П. Начертательная геометрия. 2-е изд. Учеб. пособие для арх. специальностей вузов. – М.: Архитектура-С, 2006. – 423 с.

**Danchenko L.V.** – senior lecturer

E-mail: d9700@yandex.ru

**Tuktamyshov N.K.** – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: nail1954@gmail.com

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Geometrical-graphical aspect in formation of architect's professionalism

#### Resume

Vigorous characterizations of the formation of the creative person are put in the forefront in modern architectural education. According to the modern educational traditions a constant update of graphic block of disciplines occur. Descriptive geometry as a part this bloc assists to develop creative intuition of future architect.

Geometrical-graphic preparation of students of architectural specialties represents a continuous process comprising several stages.

1 stage. This is initial vocational training including in the direction of «school-university».

2 stage. It's early years of teaching in architectural and construction university based on training course of descriptive geometry and graphics.

3 stage. This is mastering of technical and informational methods of making of drafts on basis of formed skills of the representation of object on the plane.

Mentioned stages allow to allocate tasks of educational activities concerning geometrical-graphic aspects of the learning process.

The content of the course of descriptive geometry as a component of the general theory of images includes the basic principles of geometrical shaping of surfaces, methods of image spatial forms on the plane, means of graphic solutions of geometric problems, ways to increase the visibility and credibility of object images.

The body of knowledge and skills in the field of graphics is dynamic and requires finding reserves in the teaching methods of geometrical-graphic disciplines, using the interrelation of design thought of architect and of the tasks of the educational course.

**Keywords:** professionalism, competence, architectural education, descriptive geometry, graphic.

### References

1. Kudravtev A.P., Stepanov A.V., Metlenkof N.F., Volchok U.P. Architectural education: problems of the development, 2 edition. – M.: Editorial YRSS, 2009. – P. 152.
2. Mubarakshina F.D. Methods of primary professional designing preparation of specialists engineers-architects for «building projection» speciality // News of the KSUAE, 2009, № 1 (11). – P. 24.
3. Metlenkof N.F. Modelling of the training architectural projection. // Architecture and building of Russia, 2009, № 6. – P. 1-17.
4. Gabdulhakof V.F., Usupova G.F., Kajumova A.M. Linguistic-didactical competences of the future teacher // Multicultural linguistic education in Kazan, 2010, part 6. – P. 34-38.
5. Kapustin P.V. Professional competences of the architect // Alma mater, 2003, № 6. – P. 32.
6. Korojev U.P. Descriptive geometry, 2 edition, the educational training aid for architectural speciality of higher school. – M.: Architect-C, 2006. – 423 p.

УДК 377

**Сафин Р.С.** – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: safin@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. Зеленая, д. 1

**Формы организации дополнительного опережающего обучения студентов  
и работающего персонала\*****Аннотация**

Определены формы организации дополнительного опережающего обучения студентов и работающего персонала. Значение такого обучения рассмотрено в разрезе опережающего формирования компетенций. Оно может быть изучено с трех аспектов: опережающий уровень переподготовки по отношению к текущим проблемам производства; опережающая подготовка кадров по новым перспективным профессиям; саморазвитие личности. Выделены причины, препятствующие применению опережающего инновационного обучения студентов в вузах. С дидактико-методических позиций раскрываются сущность и особенности тренинга, мастер-класса, выставки и конференции. Представлена педагогическая модель выставки в виде системы блоков: целевого, методологического, содержательного, деятельностного и результативного.

**Ключевые слова:** выставка, тренинг, мастер-класс, семинар, конференция, организационная форма, опережающее обучение.

Актуальность данной статьи обусловлена тем, что в условиях рыночной экономики технологии в наукоемких отраслях промышленного производства устаревают за 2-3 года. Это означает, что будущий специалист, осваивая в процессе обучения в вузе существующие на предприятиях технику и технологии, в момент начала профессиональной деятельности не будет знаком с произошедшими изменениями в отрасли. Возникает проблема профессиональной адаптации и доучивания выпускников в условиях производства. Для решения данной проблемы необходимо дополнительное опережающее обучение. В процессе опережающего обучения студенты должны приобретать знания, умения, способности для успешной работы в инновационной экономике. Для этого необходимо изменять не только содержание, но и формы организации и способы передачи знаний и информации, т.е. проектировать и применять технологии инновационного обучения.

Кроме того, сегодня возрастают роль и значение дополнительного обучения работающего персонала. Жесткие условия конкуренции заставляют фирмы и предприятия регулярно обновлять номенклатуру производимой продукции, совершенствовать технику, технологию и организацию производства, а значит – обучать персонал, повышать его квалификационные характеристики. Не случайно современную экономику называют экономикой знаний. Человеческий капитал сегодня – это одна из основных составляющих любого производства. Анализ различных видов дополнительного обучения работающих специалистов – повышения квалификации, переподготовки, внутрифирменного, корпоративного обучения – показывает их слабую теоретическую разработанность, особенно в дидактическом аспекте и несоответствие требованиям современной экономики знаний. Среди методов обучения работающих преобладают экспресс-методы интенсивного обучения, семинары и тренинги, направленные на решение текущих задач производства.

Обучение работающего персонала обычно проходит следующие этапы:

- обучение перед началом работы – работник обеспечивается соответствующей информацией перед прибытием к месту работы;

---

\* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1008.

- обучающую подготовку – в ее процессе работник изучает особенности работы в компании;
- адаптацию – работник адаптируется к условиям труда;
- повышения уровня профессиональных компетенций (непрерывное обучение).

Рассматривая вышеперечисленные этапы, можно сказать, что для каждого этапа необходима своя форма обучения. Например, обучение перед началом работы представляет собой первоначальный инструктаж непосредственного руководителя, а для повышения уровня профессиональных компетенций необходима более серьезная подготовка, поэтому работника в этом случае отправляют на различные лекции, семинары, тренинги, круглые столы, мастер-классы, курсы и другие краткосрочные формы обучения, которые занимают от нескольких часов до нескольких месяцев.

Так, *семинар* – это форма обучения, при которой: дается значительный объем теоретической информации в сочетании с некоторым количеством практических упражнений; происходит обмен практическим опытом и технологиями между участниками. Семинар, в отличие от лекции, предполагает активность участников, поэтому практическая эффективность этой формы обучения достаточно высока. Обсуждение в группах позволяет участникам поделиться своими мыслями, впечатлениями и ощущениями в рамках определенной темы.

Преимущества семинарской формы обучения следующие [4]:

- на семинаре подаётся узкоспециализированный материал, подробно разбираются неясные моменты;
- повышение профессионального уровня слушателей происходит путем обновления и систематизации знаний, навыков и подходов к решению поставленных задач;
- возможно обучение небольшой группы сотрудников;
- происходит обмен знаниями и опытом с коллегами из других организаций;
- при планировании обучения учитывается представленный компанией-заказчиком временной график проведения семинаров;
- возможно проведение нескольких семинаров (модулей), связанных структурно и тематически.

Задача *тренинга* – анализ имеющихся моделей поведения его участников и формирование навыков, соответствующих поставленным целям обучения. Целевые навыки, в т.ч. личностные навыки, отрабатываются с помощью различных упражнений, игр, заданий. Объем и диапазон преподаваемого на тренингах теоретического материала сравнительно невелик, но в ходе занятия полученные навыки должны быть полностью освоены слушателями. Именно поэтому тренинг предполагает активное участие в процессе обучения всех слушателей. Уделить внимание каждому участнику, его проблемам и задачам возможно только при сравнительно небольшой численности группы: как правило, количество участников тренинга не превышает 10-15 человек.

Основные принципы тренинга [4]:

#### 1. Принцип активности.

Активность участников тренинга носит особый характер, отличный от активности человека, слушающего лекцию или читающего книгу. В тренинге люди вовлекаются в специально разработанные действия. Это может быть проигрывание той или иной ситуации, выполнение упражнений, наблюдение за поведением других по специальной схеме.

#### 2. Принцип исследования.

Суть этого принципа заключается в том, что в ходе тренинга участники группы осознают, обнаруживают, открывают идеи, закономерности, как уже известные, так и, что особенно важно, свои личные ресурсы, возможности, особенности.

Исходя из этого принципа, тренер придумывает, конструирует и организывает такие ситуации, которые давали бы возможность членам группы осознать, апробировать и тренировать новые способы поведения, экспериментировать с ними.

В тренинговой группе создается креативная среда, основными характеристиками которой являются проблемность, неопределенность, принятие, безопасность.

### 3. Принцип обратной связи.

Универсальным средством объективации поведения является обратная связь. Создание условий для эффективной обратной связи в группе – важная задача тренерской работы.

В тех видах тренинга, которые направлены на формирование умений, навыков, установок, используются дополнительные средства объективации поведения. Одним из них является видеозапись поведения участников группы в тех или иных ситуациях с последующим просмотром и обсуждением.

### 4. Принцип партнерского общения.

Партнерским общением является такое, при котором учитываются интересы других участников взаимодействия, а также их чувства, эмоции, переживания, признается ценность личности другого человека.

Реализация этого принципа создает в группе атмосферу безопасности, доверия, открытости, которая позволяет участникам группы экспериментировать со своим поведением, не стесняясь ошибок.

В формате «круглого стола» или групповой дискуссии проходит совместное обсуждение всеми участниками актуальной для них проблемы. Все участники занятия обладают примерно равными знаниями и опытом работы по данной области, а в ходе занятия обладают равными статусом и правами. Выделяется только руководитель занятия – модератор, который контролирует и направляет ход обсуждения. Каждый участник высказывает свою точку зрения по теме «круглого стола», затем происходит обсуждение мнений участников, неясных или спорных моментов.

Отнести «круглые столы» к формам обучения можно лишь условно, т.к. в процессе дискуссии ее участники не столько обучаются, сколько совместно вырабатывают новые решения. Групповое обсуждение может являться заключительным этапом обучения, проведенного в форме лекции или тренинга, что будет способствовать закреплению пройденного материала и поможет оценить эффективность проведенного обучения. Численность участников круглого стола, как правило, не превышает 10 человек.

*Мастер-класс* – (от английского *masterclass: master* – лучший в какой-либо области + *class* – занятие, урок) – современная форма проведения обучающего тренинга-семинара для отработки практических навыков по различным методикам и технологиям с целью повышения профессионального уровня и обмена передовым опытом участников, расширения кругозора и приобщения к новейшим областям знания.

Мастер-класс отличается от семинара тем, что во время мастер-класса ведущий специалист рассказывает и, что еще более важно, показывает, как применять на практике новую технологию или метод.

Тематика мастер-классов включает в себя:

- обзор актуальных проблем и промышленных технологий,
- различные аспекты и приемы использования промышленных технологий,
- авторские методы применения промышленных технологий на практике и др.

Задачи мастер-класса:

• передача Мастером своего опыта путем прямого и комментированного показа последовательности действий, методов, приемов и форм профессиональной деятельности;

• совместная отработка методических подходов Мастера и приемов решения поставленной в программе мастер-класса проблемы;

• рефлексия собственного профессионального мастерства участниками мастер-класса;

• оказание помощи участникам мастер-класса в определении задач саморазвития и формировании индивидуальной программы самообразования и самосовершенствования.

В ходе мастер-класса участники:

- изучают разработки по теме мастер-класса;
- участвуют в обсуждении полученных результатов;
- задают вопросы, получают консультации;
- предлагают для обсуждения собственные проблемы, вопросы, разработки;
- высказывают свои предложения по решению обсуждаемых проблем.

*Алгоритм технологии мастер-класса [2]:*

1. Презентация профессионального опыта Мастером:
  - кратко характеризуются основные идеи технологии;
  - описываются достижения в работе;
  - доказывается результативность деятельности работников, свидетельствующая об эффективности технологии;
  - определяются проблемы и перспективы в работе Мастера.
2. Представление системы учебных занятий:
  - описывается система учебных занятий в режиме презентуемой технологии;
  - определяются основные приемы работы, которые мастер будет демонстрировать слушателям.
3. Проведение имитационной игры:
  - Мастер проводит учебное занятие со слушателями, демонстрируя приемы эффективной работы;
  - слушатели одновременно играют две роли: учащихся и экспертов, присутствующих на открытом занятии.
4. Моделирование:
  - слушатели выполняют самостоятельную работу в режиме технологии Мастера;
  - Мастер исполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу слушателей и управляет ею;
  - Мастер совместно со слушателями проводит обсуждение результатов самостоятельной работы слушателей.
5. Рефлексия:
  - проводится дискуссия по результатам совместной деятельности мастера и слушателей.

*Возможная модель проведения мастер-класса:*

Этапы работы мастер-класса:

1. Подготовительно-организационный:  
Постановка целей и задач.
  2. Основная часть.  
Содержание мастер-класса, его основная часть: план действий, включающий поэтапно реализацию темы.
  3. Афиширование – представление выполненных работ.  
Заключительное слово.  
Анализ ситуации по критериям:
    - овладение общими способами деятельности;
    - развитие способности к рефлексии;
    - развитие коммуникативной культуры.Мастер-класс – одна из форм эффективного профессионального, активного обучения.
- Условия результативной работы «учеников» мастер-класса [2]:*
- мотивация осознанной деятельности всех участников, принимающих участие в работе мастер-класса;
  - повышение уровня теоретической и методической подготовки участников;
  - готовность «учеников» и Мастера к развитию собственной преобразующей деятельности на научной основе;
  - рефлексия деятельности «учеников» и Мастера в процессе собственной практики.
- Активизация познавательной деятельности всех участников работы мастер-класса обеспечивается тем, что эта форма обучения является средством создания трех типов условий [2]:
- 1) обеспечивается формирование мотивации и познавательной потребности в конкретной деятельности;
  - 2) стимулируется познавательный интерес и отрабатываются умения по планированию, самоорганизации и самоконтролю деятельности;
  - 3) осуществляется индивидуальный подход по отношению к каждому участнику мастер-класса, отслеживаются позитивные результаты учебно-познавательной деятельности каждого участника.

При соблюдении перечисленных условий и их динамическом взаимодействии достигается активизация познавательной деятельности.

При обучении на занятиях мастер-класса реализуется исследовательский подход, который предполагает выполнение системы заданий исследовательского характера в процессе учебного познания, использование методов соответствующей науки.

Мастер-класс как форма организации активной самостоятельной работы слушателей предполагает в процессе работы использование эмпирических методов исследования: наблюдение, изучение документов и результатов деятельности Мастера и учеников.

Особое значение в работе мастер-класса приобретает наблюдение как наиболее информативный метод исследования.

Научность педагогического наблюдения обеспечивается соблюдением следующих основных требований:

- наблюдение проводится по заранее продуманному плану с четко поставленной целью;
- в плане детализируются все вопросы, по которым необходимо получить конкретные ответы в процессе анализа результатов наблюдения;
- количество исследуемых признаков должно быть минимальным, и они должны быть точно определены в плане;
- наблюдатель обязан тщательно предусмотреть возможности появления ошибок наблюдений и по возможности предупредить их.

Процесс педагогического наблюдения осуществляется поэтапно.

Этапы:

- 1) выбор объекта и определение цели;
- 2) составление плана;
- 3) подготовка документов (бланков протоколов, инструкций и т.д.);
- 4) сбор данных наблюдения (записи, протоколы, таблицы);
- 5) обработка и оформление результатов наблюдения;
- 6) анализ результатов;
- 7) выводы наблюдения.

Вышеназванные формы организации обучения способствуют решению перспективных задач, связанных с развитием фирм и предприятий. Для обучения персонала решению перспективных задач развития предприятия необходимо знать основные тенденции и направления развития производства, иметь представление о существующих новейших разработках в области техники и производственных технологий, уметь проектировать прогностическое содержание обучения, иметь соответствующее оборудование и технологии обучения. Образцы новейших техники и технологий экспонируются на выставках, о перспективах развития производств докладывается на конгрессах, конференциях и семинарах, и коль скоро фирма заботится о своем развитии, ее сотрудники участвуют в таких мероприятиях. Это участие может быть педагогически эффективным, если такие мероприятия рассматривать как инновационные формы организации обучения студентов вузов и работающих специалистов. Сущность инновационных форм заключается в дополнительном опережающем профессиональном обучении студентов и работающего персонала.

В педагогической литературе содержание понятия «опережение» достаточно многозначно. Мы выделяем его значения, связанные, в основном, с опережающим формированием компетенций студентов и работающих специалистов. Так, в профессиональном отношении современные специалисты должны быть не только подготовлены к работе в условиях существующего производства, но и у них также должна быть сформирована готовность к преобразованию этого производства, к осуществлению более совершенных форм профессиональной деятельности с точки зрения ее методов, средств, структуры, интенсивности и т.д.

Реализация идеи опережающего формирования компетенций обучающихся осуществляется в трех аспектах:

- опережающий уровень переподготовки, повышения квалификации специалистов по отношению к текущим проблемам производства;

- опережающая подготовка кадров по новым перспективным разнообразным профессиям;

- саморазвитие личности, т.е. у обучающихся не только формируются профессиональные компетенции, знания и навыки, но и упреждающе развиваются определенные профессионально значимые качества личности, которые позволят им в процессе дальнейшей работы достаточно быстро осваивать новые технику и технологии, вести деловые переговоры.

Однако есть несколько причин, препятствующих применению опережающего инновационного обучения студентов в вузах в настоящее время.

Во-первых, чтобы новые научные знания по современным промышленным технологиям вошли в вузовские учебники, необходимо определенное время (иногда достаточно продолжительное) для их отбора, анализа, структурирования, включения в учебники и их издания.

Во-вторых, большинство вузовских преподавателей не имеют опыта работы на производстве, проектных и других организациях, соответственно они недостаточно владеют современными промышленными технологиями на необходимом уровне компетенций, не могут квалифицированно преподавать эти технологии студентам и не включают их в содержание обучения.

В-третьих, научно-технические журналы, содержащие описание и анализ новых промышленных технологий, не всегда имеются в библиотеках из-за ограниченных финансовых возможностей вузов для их приобретения.

В-четвертых, на наш взгляд, нельзя ориентироваться и на открытую информацию из интернет-ресурсов, т.к. новейшие технико-технологические разработки там не публикуются из-за конкурентной борьбы фирм и ноу-хау отрасли. Лицензионное же приобретение таких разработок также недоступно вузам из-за ограниченных финансовых ресурсов.

Известно, что средством повышения эффективности обучения могут выступать инновации в промышленных материалах, технике и технологиях, представленные на тематических выставках, конгрессах, конференциях и форумах. Тогда мы можем говорить об инновационных технологиях обучения.

К инновационным формам организации дополнительного опережающего обучения студентов вузов и работающего персонала мы относим *выставку*, на которой публично демонстрируются новейшие достижения в экономике, науке, технике, культуре, искусстве и других областях общественной жизни.

В ходе подготовки и проведения выставок используются все формы маркетинговых и рекламных коммуникационных средств и способов, позволяющие максимально полно продемонстрировать все свойства представленной продукции.

В организационном отношении выставка является конкретным плановым мероприятием, проводимым в заранее объявленном и подготовленном месте, в ограниченные известные сроки времени, с определенной периодичностью (в зависимости от вида представляемого продукта).

В выставке участвуют несколько заинтересованных сторон:

- экспоненты – производители, представляющие свой продукт на различных видах стендов;

- посетители – потенциальные потребители представляемого вида продукта;

- организаторы выставки (юридическое лицо, орган власти или общественная организация, как правило, курирующая данный вид отраслевой деятельности);

- выставочный оператор (устроитель – юридическое лицо, оказывающее услуги по подготовке и проведению данной выставки, для которого данный вид деятельности является коммерческой деятельностью).

Выставки классифицируют по следующим *основаниям*: 1) по охвату участников: местные, национальные, международные, всемирные (всеобщие, охватывающие все отрасли человеческой деятельности, и специализированные, посвященные только одной области деятельности); 2) по охвату областей деятельности: всеобщие, отраслевые; 3) по отраслевой

принадлежности: художественные, общественно-просветительские, промышленные, сельскохозяйственные; 4) по продолжительности проведения: периодические (временные), постоянные, одноразовые (связанные с конкретным событием) [3].

Многие фирмы и предприятия командировывают своих сотрудников, а учебные заведения организуют экскурсии на выставки с целью изучения новинок производства, ознакомления с той или иной продукцией. Выставку можно рассматривать как сложную инновационную форму организации дополнительного опережающего обучения студентов и работающих специалистов, которая может включать в себя ряд простых форм. Так, во время выставки представители предприятий и фирм могут читать лекции, проводить семинары, круглые столы, мастер-классы и другие мероприятия для посетителей.

Выставка отличается наглядностью, оригинальностью и непохожестью на другие формы обучения. Ни лекции о производстве, сопровождаемые демонстрационными опытами, ни показ таблиц и презентаций не могут дать таких ярких и живых представлений и впечатлений, как выставка.

С дидактической точки зрения представляют интерес методика посещения выставки, определение этапов подготовки к ней и посещения, выявление основных компонентов деятельности посетителя при посещении выставки, эффективные методические приемы организации учебно-профессиональной деятельности во время посещения выставки и подведения его итогов. Например, конкретный план посещения промышленной выставки может включать:

- а) ознакомление с видом производства, представленного на выставке, в целом (история создания производства и перспективы его дальнейшего развития, основные фирмы-производители);
- б) ознакомление с продукцией фирм и предприятий, с ее рабочими и потребительскими характеристиками;
- в) знакомство с технологическим процессом изготовления продукции, его основными характеристиками (сырье и материалы, оборудование, качество продукции и т.д.);
- г) научно-технический прогресс в данном производстве и в целом в отрасли;
- д) анализ возможности применения информации, полученной на выставке, в своем производстве, в своей области профессиональной деятельности;
- е) деловые переговоры с производителями с целью установления сотрудничества в плане осуществления совместных проектов.

Деятельность посетителя выставки на подготовительном этапе и этапе посещения заключается в активном потреблении учебно-профессиональной информации и ее анализе. На этапе подведения итогов, как правило, деятельность посетителя носит продуктивный характер.

На *первом этапе* подготовки к посещению выставки деятельность посетителя распадается на два направления: выбор объектов выставки и непосредственно подготовка к ее посещению. На этом этапе проводится анализ объектов выставки, разрабатывается маршрут ее посещения, предварительно планируется посещение мероприятий на выставке и определяются цели посещения. На этом этапе посетитель готовится воспринять информацию выставки. Поэтому здесь важно подготовиться к наиболее успешному и плодотворному ее восприятию. Основная инициатива подготовки исходит от самого посетителя, и цель, сформулированная им для себя в непривычной или нестандартной форме, использование сообщений СМИ о выставке и их анализ с точки зрения научной достоверности, плодотворная работа с рекламными проспектами и другими источниками информации – все это способствует не только формированию новых знаний, но и совершенствованию умений и навыков поиска информации, извлечения смыслов, интерпретации и критического анализа, т.е. формированию профессиональных компетенций.

На *втором этапе*, непосредственно при посещении выставки, посетитель слушает и наблюдает, т.е. является активным потребителем информации. В соответствии с заранее поставленной целью, он анализирует сообщения представителей фирм и предприятий, выделяет в них главное, сравнивает с тем, что есть у него на производстве. В результате интегрируются уже имеющиеся знания с новой профессиональной информацией и происходит рождение новых смыслов и инициатив.

На завершающем этапе деятельность посетителя носит аналитический характер. При подведении итогов посещения выставки посетитель готовит полный отчет, отчетные мероприятия, например, предложения в адрес администрации своего предприятия по совершенствованию тех или иных производственных участков, а также выступление на внутрифирменном семинаре или конференции. В выступлении на семинаре или конференции через призму проблем и задач, стоящих перед предприятием, раскрываются возможности их решения с использованием информационных материалов, полученных при посещении выставки.

Профессиональную значимость на этом этапе имеет умение посетителя работать с полученной информацией – вычлнять главное в информационных потоках, находить дополнительную информацию в различных источниках, систематизировать подобранную информацию по заданным признакам, трансформировать информацию, наконец, создавать свои собственные информационные сообщения.

Учтем, что многими информационными умениями посетитель выставки уже обладает вследствие имеющегося у него образования. В частности, он должен уметь:

- 1) искать с помощью средств новых информационных технологий информацию, зафиксированную на традиционных носителях (оглавления и указатели в книгах, библиотечные каталоги, средства поиска информации в компьютерных сетях и т.д.);
- 2) извлекать смыслы из полученной информации, интерпретировать их и критически анализировать;
- 3) создавать новые смыслы и представлять их в форме информационных сообщений, адекватных задачам и условиям коммуникации.

Основная дидактическая функция посещения выставки – это *прогностическая функция*, которая заключается в формировании прогностических знаний и компетенций для эффективного осуществления своей профессиональной деятельности. Например, на выставках строительной отрасли представлены результаты изыскательской, проектно-конструкторской, научно-исследовательской, производственно-организаторской, сервисно-эксплуатационной деятельности строительных фирм, научных и проектных организаций. Это образцы новых строительных материалов, техники, технологий и т.д.

Следующая функция посещения выставки – *обучающая*. На выставке посетитель видит, как можно усовершенствовать то, о чем он уже имеет представление из опыта своей работы, с чем имеет дело на своем предприятии: техническое оборудование, дизайн, технологические методы и операции, организация производства и т.д.

*Исследовательская функция* посещения выставки выражается в тщательном обдумывании, мысленном экспериментировании и предварительном анализе с точки зрения общего плана, последовательности посещения и доступности тех или иных объектов выставки самостоятельному изучению. Эти усилия с лихвой искупаются тем, что время расходуется производительно, как производительна с педагогической точки зрения всякая попытка самостоятельно выработать знания, а не получить их в готовом виде.

*Концептуальной основой* выставки как инновационных формы организации обучения студентов вузов и работающих специалистов выступает совокупность проблемного, контекстного, лично-деятельностного, компетентностного подходов.

Сущность *проблемного подхода* в том, что знания, компетенции не преподносятся посетителю выставки в готовом виде, а формируются в результате поиска необходимой информации. Смысл подхода заключается в стимулировании поисковой деятельности посетителя выставки.

*Личностно-деятельностный подход* позволяет учесть особенности личности посетителя выставки и специфику его профессиональной деятельности. Приобретаемые посетителем знания и компетенции имеют личностную значимость.

*Контекстный подход* обеспечивает практико-ориентированную направленность посещения выставки, соединяет формируемые знания и компетенции с профессиональной деятельностью посетителя.

*Компетентностный подход* направлен на формирование профессиональных компетенций и профессионально значимых личностных качеств посетителя выставки.

*Педагогическая модель* выставки как инновационной формы организации дополнительного опережающего обучения посетителей может быть представлена в виде взаимосвязи следующих блоков: целевого, методологического, содержательного, деятельностного и результативного.

*Целевой блок* определяет педагогическую цель и назначение выставки – формирование профессиональной прогностической компетенции и способностей к использованию знаний и информации в своей деятельности.

*Методологический блок* содержит совокупность вышеназванных подходов и принципы:

- профессиональной направленности;
- передачи и усвоения социального опыта;
- личностной активности.

*Содержательный блок* включает предметное и информационное содержание выставки, посредством которого формируются элементы образовательной среды. Сюда входят предметное содержание образцов техники и технологий, материалов и других экспонатов; информационное содержание лекций (контекстно-информационных; контекстно-научных; контекстно-профессиональных и др.), мастер-классов, семинаров, круглых столов, тематических конференций и других выставочных мероприятий.

*Деятельностный блок* содержит этапы деятельности посетителя:

- 1) подготовительный (мотивационный);
- 2) основной (знакомство с экспонатами);
- 3) заключительный (аналитический) – использование информации о выставочных мероприятиях на своем предприятии в своей профессиональной деятельности.

*Результативный блок* позволяет диагностировать сформированность знаний и компетенций и готовность посетителя к инновационной профессиональной деятельности. В качестве критерия здесь выступает умение использовать инновационные решения в рациональной деятельности, а показателями служат новизна проектных решений; рекомендации к внедрению.

Педагогическая модель выставки может применяться не только для опережающего дополнительного обучения работающего персонала промышленных фирм и предприятий, но и для обучения студентов и профессорско-преподавательского персонала вузов. Так, в календаре выставок Казанской ярмарки ежегодно предусмотрено более 40 мероприятий. В 21 из них демонстрируются достижения в разработке современной строительной техники, средств малой механизации строительных работ, оборудования, материалы и технологии. На наш взгляд, педагогически целенаправленное посещение студентами, преподавателями и специалистами этих мероприятий может стать реальным источником современных знаний об отрасли.

Такое участие мы рассматриваем как дополнительное образование, повышение квалификации для специалистов всех уровней отрасли, профессорско-преподавательского состава учреждений НПО, СПО и ВПО. Студенты разных специальностей знакомятся здесь с тенденциями развития отрасли. Посещение выставок включает в себя активное участие студентов, преподавателей во взаимосвязанных в единую программу научно-практических конференциях, семинарах, круглых столах, мастер-классах, проводимых на выставках. После каждого мероприятия студенты проводят анализ новинок в форме докладов, эссе, определяют тенденции развития отрасли. Новые знания строительной техники, оборудования и технологий вкладываются в содержание курсового и дипломного проектов.

Внедрение выставки как инновационной формы организации опережающего дополнительного обучения в учебный процесс состоит из следующих этапов: 1) изучение планов выставок в регионе; 2) выбор вида мероприятий для участия; 3) посещение мероприятий, участие в дискуссиях, семинарах, круглых столах и других выставочных мероприятиях; 4) сбор информационных материалов в ходе посещения мероприятий; 5) анализ информационных материалов, образцов техники, технологий и подведение итогов мероприятия; 6) отбор разработок и использование их в составе реальных курсовых и дипломных проектов (работ).

Студенты принимают активное участие в дискуссиях, встречах с представителями науки, производства и бизнес-сообщества. Они получают опыт ведения переговоров, деловой коммуникации. Наиболее активные интересуются возможностями трудоустройства в организациях, участвующих в выставках.

Заметно повышается мотивация студентов-дипломников к участию в разработке инновационных технологий, использованию новых идей, которые находят отражение в дипломных и курсовых проектах.

Кроме того, выставочная деятельность способствует освоению студентами новых знаний, полученных наукой и востребованных производством, развитию навыков самостоятельной аналитической работы с научной информацией. Преподаватели получают возможность включения в структуру содержания преподаваемой им дисциплины инновационную составляющую как фундаментального, так и прикладного характера.

Таким образом, выставка как инновационная форма организации опережающего дополнительного обучения студентов вузов и работающих специалистов позволяет:

- поддерживать и развивать устойчивый интерес к своей профессии;
- приобрести знания новых техники, технологий и организации работ в отрасли;
- совершенствовать умение ведения деловых переговоров;
- развивать профессиональные, коммуникативные способности;
- сформировать прогностическую профессиональную компетенцию.

Наряду с выставками, сегодня в российских регионах проходит большое количество конференций, посвященных различным аспектам общественной жизни. Данный формат (конференция) прочно занял свою нишу, и на сегодняшний день посещение конференций является одним из «маркеров» успешности и современности для одних специалистов и рабочей необходимостью для других.

*Конференция* (от лат. confero – собираю), съезд, совещание, собрание членов каких-либо организаций, представителей организаций или государств, учёных. Конференции – масштабные мероприятия, где могут принимать участие 500 и более человек.

Конференция предоставляет возможность познакомиться с суждениями различных компетентных людей (докладчиков, зрителей) и поделиться с участниками своими мыслями. Цель любой интересной конференции – не просто слушание докладов и принятие за аксиому их тезисов, а обсуждение, высказывание своей собственной позиции. В результате можно значительно глубже понять рассматриваемую проблему. Особую ценность представляет непосредственно выступление с докладом на публике, приобретаются навыки ораторского мастерства, опыт работы с текстом, умение отстаивать выбранную позицию и отвечать на вопросы.

Особенность конференции в том, что она способствует *сближению передового края науки с высшим образованием*. Конференции дают студентам представление о тех проблемах, которые стоят перед современной наукой и о подходах в их решении. Тем самым, наука становится частью системы образования. Конечно, студенты запоминают и понимают не все из того, что говорится на конференции. Но они видят процесс развития науки, процесс решения проблем и это они запомнят надолго.

Чтобы конференция была эффективной, необходимо выполнение ряда условий [1]:

- простота и некоторая систематичность изложения материала;
- использование методик, направленных на поиск нового знания;
- не очень большое количество участников и докладов;
- постановка достаточно общих проблем в каждом докладе;
- связь каждого из докладов с темой конференции;
- наличие вводной и заключительной частей, дающих первоначальное представление о конференции и подводящих итоги обсуждения проблем;
- участие ученых, активно занимающихся решением проблемы и имеющих оригинальные идеи;
- наличие дискуссий и конкретное обсуждение различных взглядов;
- акцентирование внимание на самых общих, принципиальных вопросах;

• нужно добиваться таких формулировок проблем и подходов к их решению, чтобы они были понятны любому умному человеку, не имеющему специальных знаний в этой области;

• ориентация на создание целостной теории, освещающей данную проблему;

• нужно, чтобы была представлена научная молодежь;

• конференция окажет должное влияние на студентов и будет иметь значение для решения научных проблем лишь в том случае, если будет проводиться систематически. Как минимум, два-три раза, например, для студентов на третьем, четвертом и пятом курсах. Конференции должны быть посвящены различным проблемам. Очень важно, чтобы эти проблемы поднимались систематически. Студенты должны видеть движение научной мысли в решении определенной проблемы и должны быть в курсе нескольких проблем, решаемых учеными на современном этапе развития нашей науки.

Конференции имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными семинарами и тренингами. Во-первых, выступление участников на похожие темы позволяет рассмотреть вопрос с нескольких сторон, исчезает однобокость, присущая при обучении одним преподавателем.

Во-вторых, формат мероприятия позволяет услышать о различных подходах к решению одной задачи, услышать различные точки зрения коллег по работе.

Такая особенность конференций, как 3 и более выступающих, является уникальной, так как в подавляющем большинстве тренингов и семинаров выступающий один, в редких случаях двое.

Обычно конференции проводятся по следующим правилам:

• ориентация самого формата конференции на интерактивность (количество участников, обратная связь и др.),

• ориентация докладчиков на аудиторию (форма доклада и самого выступления),

• организация пространства для неформального общения.

Конференция объединяет, как правило, выступления нескольких докладчиков перед многочисленной аудиторией, имеющей примерно равные с докладчиком опыт и знания. Задача конференции – ознакомление (не обучение) слушателей с новыми идеями, мнениями, разработками. В ходе конференции возможно обсуждение представленных аудитории сведений, активное участие в ходе занятия нескольких слушателей.

*Корпоративная конференция* – сравнительно новый формат обучения, где докладчиками и слушателями являются сотрудники одной компании. Выступающие делятся со своими коллегами положительным опытом решения задач, достижения целей, на конференции обсуждаются перспективные модели бизнес-процессов.

В тех случаях, когда предметом учебного занятия является знакомство аудитории с прикладными навыками, обучение может происходить в форме мастер-класса или демонстрационного занятия. Ведущим мастер-класса выступает, как правило, признанный специалист-практик, способный в ходе занятия продемонстрировать преподаваемые методики, познакомить аудиторию с процессом выполнения каких-либо работ. Обучение в формате мастер-классов, что следует из его сути, подходит далеко не всем направлениям обучения.

Зачастую учебное занятие или его часть проходят в формате *экскурсии* – выездного посещения предприятий и объектов, представляющих интерес с точки зрения тематики занятия. В процессе обучения происходит практическое знакомство слушателей с бизнес-процессами компаний-обладателей эксклюзивных знаний или успешным опытом работы в данной области, их новейшими технологиями производства, оборудованием, техникой безопасности, культурой труда. Как правило, в процессе посещения работающего объекта нет возможности представить слушателям подробную теоретическую информацию и обсудить увиденное. Поэтому ознакомление участников со значительным по объему и насыщенности материалом о работе посещаемого объекта и разъяснение значимых нюансов уместно провести заранее – на лекции или семинаре.

*Курс* – систематическое изложение знаний в определенной области, основ какой-либо науки. Занятия на курсах могут проходить в различных формах: лекций, семинаров, тренингов и т.п.

Иногда процесс обучения на курсах или на отдельном занятии совмещает признаки мероприятий нескольких форматов: например, вступительная часть занятия проходит в виде мини-лекции, затем участники выполняют упражнения тренинга, результаты обучения и выявленные в его ходе проблемы и перспективы обсуждаются в ходе открытой дискуссии.

Общим для всех инновационных форм опережающего дополнительного обучения студентов вузов и работающих специалистов являются высокие требования к мастерству ведущего – как к уровню его подготовки по теме занятия, так и к его преподавательскому опыту. Докладчик должен не только преподнести актуальную информацию в структурированном виде, доступном для данной группы участников. В зависимости от формы обучения ведущий должен также уметь оперативно откликаться на реакцию аудитории, менять ход занятия, управлять вниманием и активностью слушателей.

### Список литературы

1. Николаенко Д.В. Спецкурс-конференция как новая форма обучения. URL: [www.hiv-aids-epidemic.com.ua](http://www.hiv-aids-epidemic.com.ua) (дата обращения: 21.05.2012).
2. Соцобраз: мастер классы. URL: [wiki.pskovedu.ru/index.php/Мастер-класс](http://wiki.pskovedu.ru/index.php/Мастер-класс) (дата обращения: 21.05.2012).
3. Что такое выставка? URL: [nindo.ru/index.php/2010-11-27-17-21-42](http://nindo.ru/index.php/2010-11-27-17-21-42) (дата обращения: 21.05.2012).
4. Яковченко Н. Виды и способы познания, или учиться никогда не поздно. URL: [www.classs.ru/library1/articles/poznanie/](http://www.classs.ru/library1/articles/poznanie/) (дата обращения: 21.05.2012).

**Safin R.S.** – doctor of pedagogical sciences, professor

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

**Korchagin E.A.** – doctor of pedagogical sciences, professor

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

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

### Forms of further proactive education of students and employees

#### Resume

In order for graduates to adapt to their work activities in conditions of innovation-oriented economy it is necessary to provide a proactive education. This kind of education also remains actual in the sphere of further staff training. In this article forms of further proactive education of students and working staff is defined. The stages of working staff training are revealed.

The essence, features, advantages, principles of training are defined. The master-class as a form of effective education is offered. The method of observation is offered for the master-classes. The stages of pedagogical observation during the master-class are reflected.

The term «proaction» was considered from different points of view. Proactive education is offered as a factor that makes graduates ready to reorganize whole industry. The factors impeding implementation of the proactive education of students are defined.

The exposition as an innovative form of further proactive education of students and working staff is recommended. The stages of preparation and attendance of the exposition are defined from a didactical point of view. The structure of the abovementioned stages, their basics are revealed. The functions of the exposition visit are underlined. The pedagogical model of the exposition; consisted of parts: goal-oriented, methodological, content-oriented, activity-oriented; is offered.

**Keywords:** hibition, training, work-shop, seminar, conference, organisation form, proactive education.

### References

1. Nicolaenko D.V. [Spetskurs-konferentsiia kak novaia forma obucheniia] Special course as a new form of education. URL: [www.hiv-aids-epidemic.com.ua](http://www.hiv-aids-epidemic.com.ua) (reference date: 21.05.2012).
2. [Sotcobraz: masterclassy] Social image: masterclasses. URL: [wiki.pskovedu.ru/index.php/Мастер-класс](http://wiki.pskovedu.ru/index.php/Мастер-класс) (reference date: 21.05.2012).
3. [Chto takoe vystavka?] What is an exposition? URL: [nindo.ru>index php/2010-11-27-17-21-42](http://nindo.ru/index.php/2010-11-27-17-21-42) (reference date: 21.05.2012).
4. [Iakovchenko N. [Vidy i sposoby poznaniia, ili uchitsia nikogda ne pozdno] The ways of cognition: it's never too late to study. URL: [www.classs.ru/library1/articles/poznanie/](http://www.classs.ru/library1/articles/poznanie/) (reference date: 21.05.2012).

УДК 377

**Сафин Р.С.** – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: safin@kgasu.ru

**Корчагин Е.А.** – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: ramzia@kgasu.ru

**Сучков В.Н.** – кандидат технических наук, профессор

E-mail: suchkov@kgasu.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

## Подготовка будущих строителей к предпринимательской инновационной деятельности

### Аннотация

В статье определяются наиболее характерные особенности строительной отрасли и на этой основе выделяются строительно-предпринимательские компетенции профессии строителя. Для формирования строительно-предпринимательских компетенций предлагается проектировать интегративные модули, в состав которых входят строительные и экономические дисциплины. Определяются цели, принципы, содержание, методы и формы проектирования и реализации содержания интегративного модуля.

Приводятся результаты анкетирования студентов по вопросу, хотят ли они обучаться предпринимательству в процессе профессиональной подготовки.

**Ключевые слова:** строители, предпринимательская деятельность, компетенции, профессиональное обучение, интегративный модуль.

В последние годы много говорят и пишут об инновационной экономике. Это понятие чаще всего употребляют либо в контексте перехода российской экономики к инновационному развитию как основному приоритету государственной экономической политики на современном этапе, либо в контексте подготовки кадров для формирования экономики инновационного предпринимательского типа [1].

Предпринимательство в первом контексте – это вид экономической деятельности. Например, в строительстве она включает возведение зданий и сооружений, их эксплуатацию и реконструкцию, выпуск строительных материалов, конструкций, изделий и их реализацию. Сюда же можно отнести услуги, оказываемые предпринимателями в жилищно-коммунальной сфере. Товаром в строительной отрасли являются материальные и нематериальные блага, обладающие потребительскими свойствами (здания для организации производства, жилые помещения, отопление, вентиляция, водоснабжение и т.д.). Они обладают потребительскими свойствами, имеют определенную стоимость, удовлетворяют разнообразные потребности населения. Как известно, потребности людей постоянно растут, меняются в процессе жизнедеятельности. Поэтому предприниматель постоянно должен обновлять строительную продукцию и услуги, строительные технологии, совершенствовать качество оказываемых услуг.

Предпринимательство во втором контексте – это основа профессиональной подготовки рабочих и специалистов, востребованных современной инновационной экономикой вообще и инвестиционно-строительным комплексом России в частности.

По мнению авторов работы [1], кадровое обеспечение развития экономики инновационного предпринимательского типа в России предполагает подготовку специалистов, способных осуществлять предпринимательскую инновационную деятельность.

Президент России В.В. Путин в своих выступлениях неоднократно указывал, что приоритетными задачами российской образовательной системы являются совершенствование подготовки квалифицированных кадров с учетом требований инновационной экономики и повышение вклада профессионального образования в глобальную конкурентоспособность России.

Предпринимательская инновационная деятельность предполагает, в свою очередь, формирование предпринимательских компетенций. Под предпринимательской

компетенцией специалиста мы понимаем личное или деловое качество, навык, модель поведения, владение которым помогает успешно решать определенную бизнес-задачу и добиваться высоких результатов. Отсутствие той или иной предпринимательской компетенции у специалиста снижает его компетентность в бизнес-деятельности. Чем большее количество предпринимательских компетенций есть в арсенале работника, тем с большей вероятностью он справится со стоящими перед ним бизнес-задачами.

В качестве примеров предпринимательских компетенций можно привести: устойчивость к нагрузкам, высокую личную ответственность, умение продавать, склонность договариваться, умение налаживать связи, готовность рисковать, способность действовать в условиях неопределенности.

Количество примеров можно увеличить в зависимости от количества и сложности задач, которые предстоит решить работнику.

Очевидно, предпринимательские компетенции необходимо формировать в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов. В качестве примера рассмотрим строительную отрасль.

Рассматривая кадровое обеспечение предпринимательской деятельности в строительной отрасли, необходимо определить наиболее характерные особенности этой отрасли.

Строительство, как известно, относится к отрасли материального производства и имеет свои специфические черты.

Во-первых, строительству присуща техническая и организационная сложность сооружаемых объектов. Строительный цикл отличается длительностью. В отрасли наблюдается большая разнородность видов работ и технологических процессов. Например, капитальное строительство – это сложный многофакторный процесс, требующий взаимодействия множества организаций и значительных трудовых затрат, ресурсов, финансов в течение длительного времени [2, с. 170]. Кроме того, в капитальном строительстве наблюдается достаточно сложная система взаимоотношений подрядчика (подрядная строительная организация) с заказчиком (инвестором) и другими участниками инвестиционно-строительной деятельности, такими как: научные, изыскательные и проектные организации, предприятия стройиндустрии, транспортные, комплектующие, складские, посреднические и иные структуры, обслуживающие строительное производство, органы производственного регулирования и управления.

Во-вторых, в строительной отрасли, как и в других отраслях, наблюдается бурный рост малых предприятий, занимающихся как основным строительством, выпуском строительных материалов и изделий, так и эксплуатацией возведенных объектов, поставкой, монтажом и обслуживанием оборудования, оказанием услуг по ремонту жилых, общественных и промышленных зданий, реконструкцией, обследованием различных объектов. Эти предприятия в большинстве случаев возглавляют индивидуальные предприниматели – выпускники строительных специальностей, как правило, не имеющие специальной предпринимательской подготовки.

В-третьих, специфика строительной деятельности предполагает значительное количество участников строительного процесса, отсутствие непрерывного и ритмичного производства, неподвижный характер строительной продукции, влияние природных, географических и других случайных факторов на строительный процесс.

В-четвертых, наличие множества субъектов строительной отрасли, часто имеющих различные экономические интересы, обуславливает сложность выбора деловых партнеров и регулирование их взаимоотношений. Так, к основным бизнес-субъектам инвестиционно-строительного комплекса относят: инвестора, проектировщика, подрядчика, заказчика, застройщика, пользователя объекта. При этом участники строительного процесса могут совмещать функции нескольких субъектов: инвестор может выступать в роли заказчика, кредитора, выполнять функции застройщика и т.д. [3].

В-пятых, инвестирование строительства сталкивается с множеством проблем. Первая проблема: производительность труда в данной сфере приложения капитала является одной из самых низких. Вторая проблема: имидж самой строительной отрасли относительно невысок, ее относят к категории низкооплачиваемых. Третья проблема: существуют проблемы с рабочей силой для строительства – отрасль почти постоянно

испытывает нехватку опытных специалистов и квалифицированных рабочих [4]. И, наконец, четвертая проблема: по мере развития рынка жилья наблюдается стабильное удорожание вновь построенных объектов (при отсутствии адекватного роста качественных показателей), что свидетельствует о наличии монополизма, административных и иных барьеров инвестированию в эту сферу и о недостаточно развитом механизме конкуренции [5].

Не случайно в своем выступлении на совещании со строителями в г. Истре 16 апреля 2012 года премьер-министр Российской Федерации В.В. Путин отметил, что по условиям ведения бизнеса в строительстве Россия занимает 178 место в мире.

В-шестых, модель подготовки рабочих кадров для строительной отрасли не в полной мере отвечает реалиям рыночной экономики, требующей гибкости и многообразия подходов к формированию и реализации образовательных программ в сфере подготовки рабочих кадров [4, с. 3].

Вышеназванные технологические, организационные, экономические, кадровые особенности непосредственно связаны с усилением конкурентных позиций строительной отрасли, с резко возросшими требованиями к профессиональным компетенциям персонала, с необходимостью подготовки выпускников, способных немедленно включиться в производственный процесс, способных решать актуальные технико-экономические задачи и добиваться для строительной отрасли конкурентных преимуществ.

Заметим, система профессионального обучения призвана решать не только задачи кадрового обеспечения строительной отрасли, но и способствовать формированию, сохранению стратегических инициатив развития инвестиционно-строительного комплекса в целом.

Из вышеназванных особенностей современного состояния строительной отрасли можно выявить, какими строительно-предпринимательскими компетенциями должен обладать строитель.

Для успешного решения проблем в строительной отрасли строитель должен обладать следующими строительно-предпринимательскими компетенциями: способностью определять цели и задачи своей деятельности; реально оценивать возможности своей деятельности и ее перспективы; находить решения проблемы фирмы в условиях неопределенности; предлагать и инициировать новые идеи; управлять коллективом, создавать в нем благоприятный психологический климат; уметь оценивать экологические, социальные последствия своей деятельности; работать, соблюдая этику строителя; уметь налаживать хорошие контакты с деловыми партнерами, потребителями; строго выполнять взятые на себя обязательства и договоренности; своевременно заполнять и передавать в соответствующие инстанции отчетную документацию. Как мы видим, строительно-предпринимательские компетенции строителя совпадают с его профессиональными компетенциями. Таким образом, представляется очевидным, что обучение предпринимательству следует проводить одновременно и в процессе профессиональной подготовки студентов строительного вуза [6].

Естественно, было интересно узнать мнение самих студентов, хотят ли они обучаться предпринимательству в процессе профессиональной подготовки. Опрос студентов, обучающихся на специальности «Водоснабжение и водоотведение» факультета инженерных систем и экологии КГАСУ (всего было опрошено 45 студентов), показал следующее.

Необходимость и актуальность обучения инновационному предпринимательству отметили 89,2 % опрошенных. 64,2 % студентов планируют в будущем заняться предпринимательской деятельностью. 53,5 % из них планируют открыть в будущем свое дело, 46,4 % из них уверены, что осуществят свои планы по занятию предпринимательством. 89,2 % респондентов считают, что для организации предпринимательской деятельности важны экономические и профессиональные компетенции.

Студенты выделили наиболее важные, на их взгляд, ценности в предпринимательской деятельности в строительстве: это качество строительных работ – 96,4 % опрошенных, культура обслуживания потребителей – 57,1 %, экологическая

безопасность объектов – 78,6 %, получение максимальной прибыли – 42,8 %, свободная деятельность – 17,8 % опрошенных студентов.

Для организации предпринимательской деятельности, по мнению студентов, необходимо владеть:

- знаниями современных строительных технологий – 85,7 % опрошенных;
- знаниями нормативных документов в строительстве – 82,1 %;
- умениями организации предпринимательской деятельности – 78,6 %;
- знаниями строительной техники – 50 %;
- расчётно-конструкторскими умениями – 35,8 %.

На то, что предпринимателю необходимы знания этических норм, указали всего 11 % студентов.

По мнению студентов, для успешной предпринимательской деятельности необходимы следующие личностные качества: направленность деятельности на инновации (78,6 % студентов); умение рисковать (67,8 %); честность (42,8 %); порядочность (35,8 %). В ряде анкет студенты указали такие качества, как трудолюбие, интеллектуальное развитие, упорство, наглость.

По мнению респондентов, предпринимательство способствует увеличению числа рабочих мест (67,8 % ответов), разработке новых строительных технологий (53,6 %); повышению качества жизни потребителей (также 53,6 % опрошенных), созданию новых строительных материалов (28,6 %). В ряде анкет отмечается, что предпринимательство способствует развитию экономики страны в целом.

Средний уровень подготовленности к предпринимательской деятельности, по их мнению, имеют 57,3 % студентов, низкий уровень – у одной трети студентов (32,2 %). Как отметили сами студенты в процессе опроса, среди них практически нет имеющих высокий уровень подготовки к предпринимательской деятельности.

Таким образом, проведенный опрос показал актуальность обучения студентов инновационному предпринимательству в процессе их профессиональной подготовки в вузе. Кроме того, в ходе опроса было предложено сформулировать, за счет чего проводить такое обучение. Ответы показали, что, во-первых, за счёт введения дополнительных дисциплин в процесс теоретического обучения, во-вторых, за счет изучения опыта предпринимательской деятельности строительных фирм и организаций, что можно сделать при прохождении производственной практики студентами.

В соответствии с предложениями на факультете инженерных систем и экологии на специальности «Водоснабжение и водоотведение» были определены дисциплины, наиболее способствующие формированию предпринимательских компетенций студентов. Это такие дисциплины, как: *«Реконструкция водоснабжения и водоотведения»*, *«Экономика недвижимости предприятий водоснабжения и водоотведения»*, *«Основы бизнеса»*, *«Организация предпринимательской деятельности на предприятиях водоснабжения и водоотведения»*.

Из их числа в учебный план специальности в перечни дисциплин региональной компоненты и элективных дисциплин включены дисциплины: *«Экспертиза проектов»*, *«Экономика недвижимости предприятий водоснабжения и водоотведения»*, *«Организация предпринимательской деятельности на предприятиях водоснабжения и водоотведения»*.

Причем дисциплины *«Экономика недвижимости предприятий водоснабжения и водоотведения»*, *«Организация предпринимательской деятельности на предприятиях водоснабжения и водоотведения»* введены в единый интегративный модуль со специальными дисциплинами *«Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения»* и *«Реконструкция водоснабжения и водоотведения»*. Интегративный модуль проектировался таким образом, чтобы на основе межпредметных связей осуществлялось взаимодействие содержания и обеспечивалось формирование интегративных строительно-предпринимательских компетенций студентов.

Интегративный модуль направлен на формирование интегративных качеств личности будущего строителя. В дополнение к вышеназванным строительно-предпринимательским компетенциям, к таким качествам относятся [7]: способность эффективно использовать свой опыт в профессиональной деятельности; способность предвидеть последствия результатов

своей деятельности и отношений с партнерами; способность видеть причинно-следственные связи и тенденции развития событий; способность применять свои силы, способности, знания, умения, навыки, компетенции для самореализации; способность к самоанализу и быстрому реагированию в условиях быстро меняющейся ситуации, к корректировке, а в необходимых случаях к кардинальной перестройке своих представлений о происходящих явлениях, процессах, событиях; способность к синхронному использованию в одни промежутки времени разнообразных знаний, умений, действий, операций и т.д.; способность к поиску и нахождению нестандартных наиболее оптимальных средств и путей выхода из ситуации, имеющей, казалось бы, одну единственную линию разрешения; способность к противостоянию общепринятым стандартным представлениям; способность к предвидению и прогнозированию.

Общим знаменателем названных качеств будущего строителя является способность проявлять себя и достигать необходимых результатов в сфере профессиональной деятельности, в том числе в таких ее видах, как строительная и предпринимательская.

В интегративном модуле интегрируются цели, принципы, содержание, методы, формы учебного процесса. Так, целью будет не просто изучение того или иного оборудования водоснабжения и водоотведения, а в сочетании с экономическими параметрами и характеристиками этого оборудования, чтобы будущий строитель мог определить и рассчитать не только технические преимущества, но и экономические выгоды от его установки и эксплуатации.

Один из главных принципов формирования содержания интегративного модуля – принцип межпредметных связей. Строительные и экономические дисциплины связываются через объект изучения – системы водоснабжения и водоотведения населенных пунктов и промышленных предприятий. Реализация принципа межпредметных связей может быть осуществлена с помощью приема конкретизации. Посредством конкретизации технические знания будущих строителей включаются в действительные экономические связи и отношения. Конкретизация требует всестороннего учета экономических факторов при проектировании и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения. На основе этих факторов у будущих строителей формируются более полные знания о реальных системах водоснабжения и водоотведения. Как хорошо известно преподавателям, учебный материал легче и прочнее усваивается в том случае, если он конкретизирован примерами, связанными с будущей специальностью студентов. Поэтому использование соответствующих примеров способствует развитию необходимого профессионального интереса и углублению знаний будущих строителей-предпринимателей.

Отбор и структурирование содержания учебного материала в интегративном модуле осуществляется на основе группировки строительных и экономических знаний вокруг технического объекта – систем водоснабжения и водоотведения. При формировании содержания интегративного модуля строительная подготовка студентов приобретает экономически значимые признаки, свойства и функции. Экономическая подготовка студентов позволяет рассматривать строительную подготовку с позиций предпринимательства и тем самым представить ее полнее и шире, чем при традиционном обучении. Взаимодействуя с содержанием строительной подготовки, содержание экономической подготовки будущих строителей приобретает такие черты, как системность, строгость, однозначность. В свою очередь, под влиянием содержания экономической подготовки содержание строительной подготовки студентов становится менее жестким, менее сухим, более динамичным, диалогичным, личностно-значимым, «живым».

При изучении учебного материала интегративного модуля могут использоваться такие способы и приемы, как интегративные вопросы, интегративные задания, интегративные ситуации. Интегративные вопросы – это вопросы, требующие в ходе ответа на них от студентов: а) активного привлечения знаний различной природы, в том числе технических (строительных) и экономических (предпринимательских); б) увязывания вновь приобретенных знаний с имеющимися представлениями, ранее полученными на лекциях, из жизни, при прохождении практик и т.д.; в) сравнений, сопоставлений, противопоставлений фактов, явлений, методов, теорий, позиций, точек зрения, мнений и т.д.

Интегративные задания (задачи, упражнения) имеют те же показатели, что и интегративные вопросы и отличаются лишь более развернутой формой изложения и возможностью использования при их решении не только знаний, но и умений и навыков.

Сердцевинной интегративной ситуации выступает проблемная ситуация – психическое состояние интеллектуального затруднения, которое возникает у студента тогда, когда он в объективной ситуации (в ситуации задачи) не может объяснить новый факт при помощи имеющихся знаний или выполнить известное действие прежними, знакомыми способами и должен найти новый способ действия (М.И. Махмутов). Поэтому основу интегративных ситуаций главным образом составляют те же типы условий, что и у проблемных ситуаций вообще: а) столкновение студентов с необходимостью использовать ранее усвоенные знания в новых условиях; б) наличие противоречий, связанных с неосуществимостью избранного способа решения задачи; в) существование противоречия между практически достигнутым результатом и отсутствием у студентов его теоретического обоснования; г) осознание студентами недостаточности прежних знаний для объяснения нового факта, явления.

Среди педагогических форм организации учебного процесса при изучении содержания интегративного модуля могут применяться интегративные лекции, интегративные семинары, интегративные экзамены.

Интегративные лекции и семинары возможны при условии: а) синтеза материалов занятий по двум или нескольким дисциплинам, например «Экономика недвижимости предприятий водоснабжения и водоотведения» и «Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения»; б) участия в лекциях и работе семинаров специалистов различных отраслей знания, например, строителей и экономистов.

И, наконец, интегративный экзамен, в содержание билетов которого включаются вопросы, относящиеся к различным учебным предметам. Позитивная сторона таких экзаменов – в сохранении определенной самостоятельности, дифференцированности входящих в состав экзаменационного билета вопросов, а значит, и соответствующих знаний. Это дает возможность, во-первых, выпускнику видеть свои слабые и сильные стороны в каждой предметной области, а экзаменаторам делать соответствующие выводы по поводу качества преподавания каждой дисциплины; во-вторых, самостоятельно осуществлять интеграцию разнопредметных материалов относительно тех или иных решаемых учебных целей и задач. Негативность «параллельного» расположения вопросов в билете – в низкой связности между ними.

Опыт обучения в течение пяти лет подтвердил эффективность такого подхода к формированию готовности студентов к предпринимательской деятельности.

#### Список литературы

1. Полтораднева Н.Л., Суржикова Т.Б. О подготовке кадров для становления и развития экономики инновационного предпринимательского типа в России. URL: [www.omgru.ru/science/conf/predprin-2010/download/5-7.doc/](http://www.omgru.ru/science/conf/predprin-2010/download/5-7.doc/) (дата обращения: 19.05.2013).
2. Асаул А.Н., Скуматов Е.Г., Локтеева Г.Е. Предпринимательские сети в строительстве / Под ред. д.э.н., проф. А.Н. Асаула. – СПб.: «Гуманистика», 2005. – 256 с.
3. Асаул М.А. Обеспечение устойчивости предпринимательских структур инвестиционно-строительной сферы. Автореф. дис. ... д.э.н. – СПб., 2008. – 44 с.
4. Файзуллин И.Э. О формировании центров прикладных квалификаций в строительной отрасли Республики Татарстан / Стратегия развития инвестиционно-строительного комплекса в условиях саморегулирования: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: КГАСУ, 2012. – 318 с.
5. Гусева М.Н. Управление обеспечением конкурентоспособности предпринимательских структур в строительстве. Автореф. дис. ... д.э.н. – М., 2011. – 49 с.
6. Гатиятуллин М.Х. Педагогическая система подготовки студентов технического вуза к предпринимательской деятельности. Автореф. дис. ... д. пед. н. – Казань, 2009. – 37 с.
7. Чапаев Н.К. Теоретико-методологические основы педагогической интеграции. Дис. ... д. пед. наук. – Екатеринбург, 1998. – 462 с.

**Safin R.S.** – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: safin@kgasu.ru

**Korchagin E.A.** – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: ramzia@kgasu.ru

**Suchkov V.N.** – candidate of technical sciences, professor

E-mail: suchkov@kgasu.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

## On teaching future civil engineers private enterprise skills and innovative activities

### Resume

The article focuses on competence of civil engineering students on enterprise activities taking into consideration the features of civil engineering work activities. The term «enterprise competence» is given. The presence of this competence allows future civil engineer to handle with forthcoming business tasks.

The possibility of creation of the enterprise competence in the course of study is motivated.

The set of disciplines, their way of teaching is recommended to implement according to student's opinion. The disciplines, required to create enterprise competence, are defined. The expediency of introduction of both engineering and economical disciplines as a joint module is justified. The principle of connection between disciplines is defined as a main one to create the structure of compound module. By means of this connection engineering and economical disciplines are bound with each other with the aid of object of the study e.g. in water supply/drainage systems of a settlement or an industrial plant. In order to implement this connection it is recommended to be realized by means of the method of specification. The main goals, principles, structure, methods and forms of designing of the compound module are revealed.

The recommended methods of study of the compound module are proposed, such as questions, tasks, situations concerning compound character of the study. The training methods of the course of study are proposed to be implemented: lectures, seminars, exams concerning compound character of the study. The essence of these methods is revealed. In order to carry out these conditions we must define the synthesis of the curriculum of several disciplines engage more experienced specialists in participation of lectures and seminars e.g. experienced engineers and economists.

**Keywords:** civil engineers, private enterprise activity, competence, professional teaching, compound module.

### References

1. Poltoradneva N.L., Surzhikova T.B. On teaching human resources that help to establish and develop the innovative private enterprise oriented economy in Russia. URL: <http://www.omgpu.ru/science/conf/predprin-2010/download/5-7.doc> (reference date: 19.05.2013).
2. Asaul A.N., Skumatov E.G., Lokteeva G.E. On private enterprise networks in civil engineering. – SPb., 2005. – 256 p.
3. Asaul M.A. The provision of steadyness of private enterprise institutions of invested civil engineering sphere. thesis abstract. – SPb., 2008. – 44 p.
4. Faizullin I.E. On the establishing of the centers of applied specialties in civil engineering in the Republic of Tatarstan. The theses of international scientific conference. – Kazan, 2012. – 318 p.
5. Guseva M.N. The management that provides competitiveness of the private enterprise institutions in the civil engineering sphere: Monograph. – M., 2011. – 400 p.
6. Gatiatullin M.Kh The training system of the education of the engineering students to attain private enterprise activities skills. Thesis abstract. – Kazan, 2009. – 37 p.
7. Chapaev N.K. The theoretical and methodological bases of the curriculum integration process. Thesis. – Ekaterinburg, 1998. – 462 p.

УДК 378.147

**Третьякова З.О.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: zo.zlata@yandex.ru

**Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**

Адрес организации: 199106, Россия, г. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д. 2

**Глазунов К.О.** – кандидат филологических наук, доцент

E-mail: zko74@mail.ru

**Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф.****Устинова**

Адрес организации: 190005, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1

### **Значение геометро-графических дисциплин в процессе подготовки инженерных кадров строительного профиля**

#### **Аннотация**

Геометрическое моделирование является весьма важной частью проектирования, будь то архитектурное, промышленное или любое конструкторское решение. Это своего рода, уникальная область знаний, которая гармонично объединила такие дисциплины, как начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика. В силу ряда причин, возникших в последние годы, назрела объективная необходимость поднятия роли графо-геометрической подготовки студентов технических вузов. Знания и умения в этой области являются зачастую определяющими на рынке труда.

**Ключевые слова:** начертательная геометрия, геометрическое моделирование, графические программы, строительство, архитектура, 3D-моделирование.

Роль информационных технологий в современном мире чрезвычайно важна. Они занимают одно из центральных мест в процессе развития и интеллектуализации общества. Произошедшая за последние несколько десятилетий повсеместная компьютеризация привела к необходимости ознакомления с ними, начиная с самых ранних этапов познания человеком окружающего мира. И именно система образования выполняет функцию «проводника» между разработчиками новых информационных технологий и человеком.

Не секрет, что строительство и архитектура являются одними из самых обширных и жизненно необходимых областей деятельности человека. Они решают достаточно большой круг задач: функциональные, инженерно-технические, эргономические, социальные, эстетические, экологические и ряд других проблем. На всех стадиях проектирования, как и в любом другом виде деятельности, в настоящее время успешно применяются средства и методы информационных технологий проектирования.

Несмотря на всеобщий переход к автоматизированному проектированию, геометро-графическая подготовка является неотделимой частью подготовки архитекторов, дизайнеров, конструкторов, инженеров-строителей, своего рода определяющей дисциплиной, фундаментом которой является начертательная геометрия – предмет, уходящий своими корнями глубоко в историю человечества.

Как мольеровский герой, который не знал, что он всю жизнь говорил прозой, так и мы зачастую не осознаем, что практически все рукотворные предметы окружающего нас мира созданы с помощью чертежей, составленных по правилам начертательной геометрии.

Действительно, для того чтобы изготовить какой-либо предмет, необходимо предварительно знать его точные форму и размеры, другими словами, его геометрические свойства. Словесное описание этих свойств никогда не может быть достаточно полным и ясным. Поэтому исторически возникла необходимость в описании предметов другими, более удобными средствами, т.е. путем их изображения.

Несмотря на то, что первые попытки проекционных изображений уходят своими истоками в отдаленные времена жизни народов – еще до нашей эры, а одним из наиболее древних письменных произведений, дошедших до нас, является трактат римского архитектора Марка Витрувия (I век до н.э.) «Десять книг об архитектуре», однако

впервые проекционные методы и приемы были научно обобщены и последовательно изложены французским геометром, военным инженером Гаспаром Монжем (1746-1818), опубликовавшим в 1799 г. свой первый труд по начертательной геометрии. Именно с этого времени начертательная геометрия получила научное обоснование, а ее выводы нашли широкое применение в технике и привели к тому, что чертеж стал «международным языком» инженеров.

Возникновение начертательной геометрии как отдельной науки стало весьма важным фактором в истории человечества, содействовало началу активного развития производства, техники, получивших колоссальный инструмент для создания трехмерных объектов. Начертательная геометрия «...является наивысшим средством для развития той таинственной и мало поддающейся изучению точными науками способности человеческого духа, которая зовется воображением и которая является ступенью к другой способности – фантазии, без которой почти не совершаются великие открытия и изобретения». Так писал Н.А. Рынин – ученый, внесший огромный вклад в развитие российской школы начертательной геометрии.

За более чем двухсотлетнюю историю пребывания в России начертательная геометрия внесла бесценный вклад в развитие отечественной науки, техники, производства.

Важное прикладное значение этой дисциплины состоит в том, что она учит грамотно владеть выразительным техническим языком – языком чертежа, создавать и свободно читать чертежи. Изучение начертательной геометрии способствует развитию пространственного воображения и навыков правильного логического мышления.

И даже сейчас, в век автоматизированного производства, в эпоху выпуска серийной продукции все – и сами предметы, и орудия их созидания – проектируются и производятся по чертежам.

Чертеж – это идея конструктора-созидателя, воплощенная в линии.

Чертеж – это руководство к действию для рабочего.

Чертеж – это средство общения для технически грамотных людей.

Чертеж – это международный «язык техники» (Г. Монж), а начертательная геометрия – «грамматика этого языка» (В.И. Курдюмов).

Умение создавать и читать чертежи является для всех технических работников, независимо от уровня образования (высшее или профессиональное) такой же необходимостью, как владение элементарной грамотностью. Независимо от территориального расположения, национальной принадлежности, инженеры разных стран прекрасно понимают друг друга благодаря чертежам.

Известно, что элементарные арифметические операции сложения, вычитания, умножения и т.д. можно производить с помощью калькулятора, тем не менее, все эти нехитрые правила, таблицы умножения и деления, как основу, должны знать все. Точно так же и при построении чертежей, будущие специалисты должны уметь строить чертежи, понимать, как они создаются и для чего необходима та или иная линия или геометрическая форма. Разобраться в многообразии геометрических образов, способах их образования и взаимной принадлежности помогает именно начертательная геометрия.

Наступившее столетие привнесло существенно новые формы геометрического моделирования, реализуемые на основе информационных технологий, позволяющие создавать виртуальные геометрические образы, соответствующие по размерности, форме и фактуре с оригиналом. Наряду с этим, в геометрическом моделировании закономерно возникли потребности в новых знаниях, необходимых для создания моделей, отвечающих современным требованиям высокотехнологичных производств, позволяющие созданные виртуальные модели так же виртуально испытывать и эксплуатировать в режиме ускоренного времени, задавая ряд условий.

Трехмерное геометрическое моделирование, без которого не обходится ни одно современное решение, начиная от создания дизайна чашки, заканчивая проектированием сооружений и космических аппаратов, – это достаточно новая область знаний, возникшая на рубеже последних столетий. Она объединила одновременно три дисциплины: начертательную геометрию, инженерную и компьютерную графику.

Геометрическое моделирование является особой областью знания, одним из важных этапов производства, создания из нематериальной модели реального объекта. Это базовая часть технического знания по отношению к другим наукам. Одновременно оно является неким связующим звеном между наукой и производством. Соответственно, прослеживается явная взаимосвязь этих трех компонент: тем эффективнее происходит взаимодействие науки с производством, чем выше уровень геометрического моделирования.

Без геометрического моделирования, отвечающего современным требованиям в области науки и техники, без должной подготовки в этом направлении квалифицированных специалистов, способных выполнять геометрическое моделирование на основе беспрестанно изменяющихся технологий мирового уровня, невозможна модернизация экономики в целом и нашей страны в частности.

На основе принципов геометрического моделирования графические модели преобразуются в аналитические для решения прочностных, эксплуатационных и ряда других задач комплекса автоматизированного проектирования.

В настоящее время основными проблемами геометро-графической подготовки в высшем учебном заведении являются недостаток аудиторного времени, а также работа с контингентом студентов, не имеющим определенной довузовской подготовки в области черчения. В связи с этим давно назрела необходимость в пересмотре традиционных подходов в методиках преподавания. Одним из выходов в сложившейся ситуации может быть создание методических пособий и интерактивных обучающих систем для возможности самостоятельного освоения студентами учебного материала во внеаудиторное время.

Вместе с тем, зачастую возникает проблема несогласованности в подготовке студентов в процессе всего курса обучения в вузе. К примеру, на начальном этапе обучения студенты изучают одни графические программы, на выпускающих кафедрах студенты должны работать в принципиально других программах. Более того, выпускник, желающий работать в компании международного уровня, сталкивается с новой проблемой – трудности в перестройке заложенных теоретических знаний с реальными условиями. Решение столь важной проблемы обеспечения взаимосвязанной, сквозной графо-геометрической подготовки в пределах всего процесса обучения студентов возможно лишь в тесном взаимодействии общеобразовательных кафедр с выпускающими, а также с производством.

В свою очередь, для успешного освоения студентами компьютерного моделирования недостаточно лишь владеть графическими программами, необходимо более основательное изучение предметной области, то есть в учебном процессе по курсам инженерной и компьютерной графики необходимо опираться на такие не менее важные предметы, как: прикладная геометрия, проектирование, конструирование, дизайн и т.д. Другими словами, необходима организация междисциплинарной связи, благодаря которой можно избежать поверхностных представлений в конкретной предметной области и наглядно представлять студентам применение геометрических образов, их воплощение в тех или иных реальных условиях.

Совершенно очевидно, что повышение эффективности учебного процесса, обеспечивающего подготовку высококвалифицированных инженеров-строителей, архитекторов, конструкторов и других специалистов технического профиля, с учетом современных требований, возможно лишь при оптимальном сочетании традиционных, исторически сложившихся и новых, современных методов и способов обучения.

Использование автоматизированных графических систем в учебном процессе вуза должно являться обязательной, неотъемлемой частью подготовки инженера, отвечающего всем современным требованиям работодателя. Знания в этой области сегодня являются одним из основных критериев конкурентоспособности выпускников технических вузов на рынке труда.

Вместе с тем, ни в коем случае нельзя отказываться от так называемого «ручного» черчения. Известно, что только около 30 % населения Земли наделено пространственным воображением, а остальные 70 % развивают его в процессе обучения. Спецификой курса начертательной геометрии и инженерной графики, как было сказано выше, и является развитие пространственного мышления, способности создавать оригинальные модели

сначала мысленно, а затем переносить их на чертеж. И это является одним из главных показателей квалифицированного архитектора-проектировщика.

Уровень пространственного мышления человека характеризуется такими показателями, как умение анализировать размеры, форму, расположение и соотношение элементов, мысленно преобразовывать их и мн. др. Вполне очевидно, что данные качества невозможно сформировать с помощью компьютерных технологий и программного обеспечения, так как данные технологии, прежде всего, направлены на развитие исполнительского мастерства. А это, несомненно, недостаточно для высококвалифицированного специалиста, который должен не только реализовывать, но и создавать, творить, быть «генератором» идей. В свою очередь, без черчения «вручную» невозможно понять и осознать всех нюансов изображения пространственных форм на плоскости, а, следовательно, грамотно, с технической точки зрения, изобразить созданную модель. Хотя в настоящее время все чертежи создаются с помощью компьютерных технологий, тем не менее, компьютер является лишь исполнителем задуманного человеком. Человек первоначально создает образы в голове, мысленно или с помощью эскиза, хотя бы на обычной салфетке, и лишь потом воплощает свою идею в конкретные чертежи. Поэтому компьютер выступает, скорее, в роли помощника, своеобразного «ускорителя» воплощения идей человека. Начертательная геометрия, в свою очередь, выступает в роли базовой науки, создает основу для грамотного освоения компьютерной графики.

На рынке информационных систем сложилась достаточно обширная база современных компьютерных технологий. Поэтому, выбор графической системы для процесса обучения зависит, в первую очередь, от профессиональной ориентации будущего специалиста.

Система автоматизированного проектирования, призванная сегодня сыграть большую роль в совершенствовании методов архитектурно-строительного и градостроительного проектирования, стремится к достижению следующих целей:

- обеспечение надежности и высокого качества проектных решений;
- своевременная готовность проектно-сметной документации.

Исходя из современных потребностей работодателя, одно из центральных мест в подготовке специалистов строительного профиля должны занимать САД/CAM/CAE-системы, графическим ядром которых являются САД-системы, ориентированные на трехмерное моделирование.

Немного об этих системах. САД-системы (computer-aided design) предназначены для решения конструкторских задач, проектирования, а также для оформления конструкторской документации. В САД-системы входят модули моделирования трехмерной конструкции и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.).

CAM-системы (computer-aided manufacturing) предназначены для проектирования обработки изделий на станках с числовым программным управлением и выдачи программ для этих станков (токарных, фрезерных, шлифовальных и др.). Другими словами, САМ-системы являются системами технологической подготовки производства.

CAE-системы (computer-aided engineering) представляют собой системы, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу: на прочность, анализ и моделирование тепловых процессов и т.д. CAE-системы являются своего рода системами инженерного анализа.

Относительно недавно на рынке информационных программ появилась система Revit. В основе системы лежит технология информационного моделирования, позволяющая воспроизвести реальный процесс возведения зданий, начиная от закладки фундамента, заканчивая меблировкой. Взаимосвязь элементов проекта позволяет автоматически осуществлять их координацию и обеспечивает целостный подход к проектированию. Вся информация о модели хранится в едином файле (виды, разрезы, спецификации и т.д.). Система Revit в отличие от AutoCAD разрабатывалась не как система многообразного профиля, а непосредственно для применения в области строительного проектирования. Это позволило изначально учитывать специфику проектирования в данной области.

Поскольку в настоящее время на рынке имеется множество программных продуктов, достаточно сложно предугадать, какой именно из них будет востребован на рынке через несколько лет. Поэтому, обучая студента работе в одном графическом редакторе, существует риск получить специалиста с невостребованными навыками графической подготовки. В связи с этим необходимо студентов обучать не выборочно по одной только графической программе, но и по многим другим продуктам.

Несмотря на многообразие, графические редакторы, как правило, имеют общие принципы работы. Однако не всегда достаточно просто самостоятельно освоить новый программный продукт. Поэтому в систему обучения необходимо включать, как минимум, 3-4 графические программы.

В настоящее время компании, занимающиеся разработками систем автоматизации архитектурного и промышленного проектирования, стремятся к объединению всех этапов проектирования в одной программе. Это обусловлено возможностью ускорения разработки проектов, благодаря взаимосвязи отдельных этапов проектирования. Связь «архитектор» – «проектировщик» – «конструктор» – «инженер по разработке водоснабжения, отопительных, электрических, коммуникационных систем» – «дизайнер» и т.д. происходит практически в режиме «нон-стоп». К примеру, при внесении каких-либо изменений в проект на любой стадии его разработки, коллега может наблюдать это и при необходимости вносить свои коррективы.

Современные графические системы позволяют не только конструировать, но и манипулировать созданным объектом, видоизменять его, прибегая к различным материалам разнообразной структуры, фактуры, используя богатую палитру цветов, искусственно задавать обстоятельства и условия, в которых может оказаться объект проектирования. Таким образом, имитируя различные жизненные ситуации, проектировщик наглядно может видеть «плюсы» и «минусы» своего проекта, имея возможность до внедрения его, исправить возникшие недочеты, исключая вероятность роковых ошибок уже после возведения объекта. Более того, возрастает продуктивность проектировщика-строителя, поскольку, увеличивая количество вариантов будущего проекта на начальной стадии проектирования, в конечном итоге, будет получен наиболее качественный и надежный объект. Особенно это актуально для уникальных, сложных, дорогостоящих объектов.

Помимо прочего, существенным является и внешний вид изделия, т.е. его дизайн, эргономические, физические и ряд других характеристик. Объект проектирования должен не только быть надежным и удобным, но и «радовать глаз». В этом смысле дизайнерская проработка является не менее важной частью проектирования.

Задача дизайнера состоит в выборе наиболее оптимальных концепций, объектов проектирования, исходя из его внешнего облика, визуального анализа. Поскольку дизайн изделия выполняется также с помощью графических программ, то это во много раз позволяет сократить время как на проработку дизайнерской задумки, так и на общий цикл разработки. При этом происходит колоссальная экономия средств, поскольку все варианты внешнего вида оцениваются не на натуральных моделях, а на виртуальных.

Дизайнерская часть стадий проектирования включает в себя:

- предварительную разработку концепции нескольких вариантов изделия, в результате которой появляются наиболее оптимальные наброски;
- создание компьютерных набросков, представляющих собой ортогональные проекции будущего объекта;
- непосредственно само моделирование, то есть создание с помощью «рисунков» трехмерных объектов поверхностей этих объектов;
- оценку геометрических свойств моделируемых объектов: распределение бликов, кривизна поверхностей, и т.д.;
- задание поверхностям свойства предполагаемых материалов, фактуры, выбор и расстановка источников света (с «игрой» теней), интерьера, антуража. Другими словами, создание фотореалистичной композиции;
- передачу разработанной трехмерной модели объекта (вид которого наглядно представлен, согласован и утвержден) для дальнейшей проработки конструкторских расчетов, оформления документации и т.д.

Использование информационных технологий в учебном процессе подготовки инженеров строительного профиля является обоснованной необходимостью.

Более того, применение в учебном процессе различных графических программ позволяет значительно интенсифицировать его, существенно сокращает затраты времени студентов на выполнение графической и расчетной части курсовых и дипломных работ. Так, при выполнении курсового проекта по «Проектированию гражданского здания» необходимо начертить фасад, планы этажей, разрезы, план кровли, план фундамента, а также изобразить отдельные узлы конструкций здания. Для грамотного, с инженерной точки зрения, выполнения чертежей архитектурно-строительной части проекта необходим гармоничный симбиоз трех дисциплин: начертательной геометрии, инженерной графики, компьютерного моделирования. Начертательная геометрия обучает приемам ортогонального проектирования, способам изображения трехмерных форм на плоскости. В процессе изучения дисциплины «Инженерная графика» студенты приобретают основные навыки выполнения графической части проекта, правильной компоновки чертежа, нанесения размеров, изображения элементов строительных конструкций и т.д. Курс «Компьютерное моделирование» призван с помощью современных графических систем облегчить и ускорить процесс проектирования, улучшить его качество. И, что немаловажно, студенты могут наглядно убедиться в эффективности использования графических программ.

В заключение следует отметить, что графо-геометрическая подготовка специалистов технических вузов имеет весьма важное значение, является основой успешной конкурентоспособной деятельности выпускников в обозримом будущем.

### Список литературы

1. Чернякова Т.В. Методика обучения компьютерной графике студентов вуза // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. пед. наук. – Екатеринбург, 2010. – 21 с.
2. Солодухин Е.А. Слово в защиту начертательной геометрии // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: Материалы II Международной научно-практической интернет-конференции. – Пермь: Изд. ПГТУ, 2011. – С. 1-2.
3. Монж Г. Начертательная геометрия. – М.: Изд. АН СССР, 1947. – 291 с.

**Tretyakova Z.O.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: zo.zlata@yandex

**National Mineral Resources University «Mining»**

The organization address: 199106, Russia, Saint-Petersburg, 21 line of Vasil'evskii Island, 2

**Glazunov K.O.** – candidate of philological sciences, associate professor

E-mail: zko74@mail.ru

**Baltic State Technical University «Voenmeh» of D.F. Ustinov**

The organization address: 195005, Russia, Saint-Petersburg, 1-st Krasnoarmeiskaya str., 1

### The part and position of geometrical graphics discipline in the process of preparation of engineering staff in the building structure

#### Resume

In the modern world the role of information technologies is extremely important. They take up one of the central places in the development and intellectualization of society.

It is known that architecture and construction project is the sort of graphic model of future project. That is why geometric and graphic education of architecture and construction type of technicians, their using of information technologies at all stages of designing, is very important in successful professional occupation.

Using of automated systems in the learning process should be undeniable part of education of modern engineer. Today knowledge in this area is one of the main criterion of competitiveness of graduates of a technical college on the labor market.

Computer designing not only allows us to create, but also modify, improve complex product, evaluate and test it not in real conditions, but virtually, where the fatal errors of designer are excluded. Especially it is important for expensive, complex, unique in technology and technique projects.

Using information technologies in education of construction type of engineers is reasonably and necessary.

The improvement of education of highly qualified civil engineers, architectures, designers and other technicians in the way that modern requires, possible only with optimal combination of traditional and new, modern methods of education.

**Keywords:** descriptive geometry, geometrical modeling, graphic programmers, building, architecture, three-dimensional modeling.

### References

1. Chernyakova T.V. Methodology of teaching computer graphics to students of high school // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Techn. Sci. – Ekaterinburg, 2010. – 21 p.
2. Solodukhin E.A. The word in defense of descriptive geometry // The problems of quality of graphic education of students in the technical high school in the conditions of FSES HPE: The materials of the second international educational and practical internet conference. – Perm: Publishers PSTU, 2011. – P. 1-2.
3. Mongue G. Descriptive geometry. – M.: Publishers EA USSR, 1947. – 291 p.



УДК 339.747

**Сахапов Р.Л.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: rustem@sakharov.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

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

**Абсальямова С.Г.** – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: s.absalyamova@yandex.ru

**Казанский (Приволжский) федеральный университет**

Адрес организации: 420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

### Глобальное партнерство в сфере трансфера технологий как фактор сокращения инновационного разрыва

#### Аннотация

В данной статье анализируются глобальный инновационный разрыв и его последствия как для отдельных стран, так и для развития мировой экономики. Исследуется природа инновационного разрыва и опыт отдельных стран по изменению его динамики. Рассматривается передовой опыт интеграции университетов и бизнеса как фактор повышения инновационной активности российской экономики и условие сокращения инновационного разрыва между Россией и развитыми странами.

**Ключевые слова:** инновационный разрыв, трансфер технологий, интеграция университетов и бизнеса, глобальное партнерство.

В настоящее время в мировой экономике наблюдается глобальный инновационный разрыв, выступающий в виде существенных диспропорций в инновационном развитии отдельных стран. Наиболее значительный инновационный разрыв существует между странами с разным уровнем экономического развития. Страны с высоким уровнем дохода на душу населения значительно опережают страны с более низким доходом по всем инновационным показателям. Сохраняется глубокое неравенство в сфере инноваций и между разными географическими регионами. Глобальный инновационный разрыв становится фактором роста социального неравенства, причиной углубления противоречий между развитыми и развивающимися странами, источником неравномерности развития мирового хозяйства, в связи с чем его углубление вызывает серьезную обеспокоенность как у мировой общественности, так и у научного сообщества.

Наличие глобального инновационного разрыва убедительно демонстрируют данные аналитического доклада «Global Innovation Index 2012», представленного Международной бизнес-школой INSEAD и Всемирной организацией интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization, WIPO). Авторы исследования считают, что успешность экономики связана как с наличием инновационного потенциала, так и с условиями для его реализации. Поэтому Индекс рассчитывается как взвешенная сумма оценок двух групп показателей: располагаемые ресурсы и условия для проведения инноваций (Innovation Input) и достигнутые практические результаты осуществления инноваций (Innovation Output). Таким образом, итоговый Индекс представляет собой соотношение затрат и эффекта, что позволяет объективно оценить эффективность усилий по развитию инноваций в отдельных странах.

Согласно данным, опубликованным в докладе, Россия по глобальному инновационному индексу в 2012 году занимала 51 место в списке из 141 страны.

Региональными лидерами инновационного развития выступают: Швейцария в Европе, Соединенные Штаты в Северной Америке, Сингапур в Юго-Восточной Азии и Океании, Израиль в Северной Африке и Западной Азии, Чили в Латинской Америке и Карибском бассейне, Индия в Центральной и Южной Азии, Маврикий в Африке к югу от Сахары. По мнению экспертов, страны БРИК (Бразилия, Россия, Индия и Китай) должны и далее инвестировать в развитие инноваций, чтобы в полной мере раскрыть свой потенциал. Китай по таким показателям, как ключевые знания и развитие технологий, уступает только Швейцарии, Швеции, Сингапуру и Финляндии, однако, как и Индия, имеет слабые места

в своей инновационной инфраструктуре. Среди стран БРИК Россия занимает второе место после Китая (общее 34 место), а среди стран-членов СНГ – второе место после Молдовы (общее 49 место). Сильные стороны России эксперты связывают с качеством человеческого капитала (общее 43 место), развитием бизнеса (43), развитием знаний (32). Мешают развитию инноваций несовершенные институты (93 общее место), показатели развития внутреннего рынка (87) и результаты творческой деятельности (84) [5].

Инновационный разрыв – это совокупность различий в уровне инновационной совершенности секторов одной страны по отношению к секторам другой, детерминируемых разницей в степени эффективности институтов инновационных систем двух и более стран – инновационного инвестирования, центров трансфера технологий, бизнес-инкубаторов, инновационного менеджмента [4].

Темпы инновационного ускорения задаются развитыми странами, обеспокоенными сохранением своих конкурентных преимуществ в инновационной сфере. Сегодня сформировалась технологическая пирамида, наверху находится очень небольшая группа стран (США, Япония и несколько ведущих европейских государств), следующий уровень – это страны – кандидаты на повышение в технологическом статусе (Китай, быстрорастущие азиатские страны, ряд европейских стран, а также Индия и Бразилия), третий слой – неопределившиеся страны (Россию эксперты относят именно к этой группе) и, наконец, внизу – страны, не имеющие реальных шансов на инновационный прорыв.

Технологическая элита всячески ограничивает второй и третьей группе доступ к наиболее перспективным научным разработкам, пилотным проектам и разрабатывает различные механизмы международного контроля за трансфером технологий. Самым влиятельным международным контрольным органом в данной сфере является Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности (TRIPS), которое официально вступило в силу в январе 1995 года и было инкорпорировано в свод правил ВТО. Законодательство любой страны, вступающей в ВТО, должно соответствовать базовым стандартам, установленным TRIPS.

Передаваемые развитыми странами технологии и оборудование в основном являются морально устаревшими, страны-доноры придерживают лучшие активы и блокируют трансфер неявного технологического знания (данное явление даже получило название «дилемма трансфера технологий»).

Ускорение инновационного развития углубляет инновационный разрыв. Суть этого феномена заключается в сокращении инновационного цикла, поиске более эффективных инновационных моделей, интенсификации инновационной политики, проводимой государствами и международными организациями. Темпы инновационного развития, заданные лидерами мировой экономики, порождают для большинства развивающихся государств современного мира проблему отставания.

Однако в последние годы, как показывают многочисленные исследования, в мире зарождается новая динамика инноваций. Экономический кризис, поразивший мировую экономику в 2008-2010 гг., с одной стороны, углубил глобальный инновационный разрыв, с другой стороны, дал возможность отдельным странам быстрее преодолеть технологическую отсталость. В условиях переживаемой мировой экономикой инновационной паузы для стран, реализующих стратегию догоняющего развития, открывается возможность сократить инновационный разрыв за счет быстрого формирования технологических совокупностей ядра нового ТУ, а также модернизации его несущих отраслей. Именно сейчас, когда его траектория еще не сформировалась и идет технологическая конкуренция, страны стремятся захватить лидерство на перспективных направлениях нового ТУ и тем самым укрепить позиции в мировой экономике [3].

Динамический характер инновационного разрыва подтверждает относительное сокращение диспропорций развития между развитыми странами и Китаем или Индией, о чем свидетельствует Глобальный индекс инновационной эффективности, дополняющий общий Глобальный индекс инноваций. Он показывает, какие страны лучше других воплощают инновационные идеи в практические результаты, именно Китай и Индия занимают первые два места среди десяти лидеров глобальной инновационной эффективности.

В Китае борьба за технологическое лидерство давно стала национальной идеей. «Это величайший трансфер богатства в истории человечества», – так охарактеризовал «великий поход» китайцев за технологиями директор Агентства национальной безопасности США Александер Кит [1].

В марте 2012 года Фонд информационных технологий и инноваций США опубликовал исследование «Хорошего помаленьку: противостоять китайскому инновационному меркантилизму», в котором авторы позволили себе еще более категоричные выражения: «Стратегия Китая заключается в том, чтобы заполучить как можно больше иностранных технологий, и они готовы использовать для достижения этих целей любые средства» [1].

В индустриально неразвитом Китае охоту на иностранные технологии начали сразу же после перехода к экономическим реформам. В первое время большинство «ноу-хау» получали с помощью «обратного инжиниринга» – китайские рабочие получали один экземпляр промышленного образца и пытались понять, как он произведен и возможно ли его скопировать. В середине 1980-х годов 30 % промышленного производства Китая было получено в результате «обратного инжиниринга». В конце 1980-х в Пекине даже было открыто специальное бюро по «ассимиляции зарубежных технологий».

В этот период Китай занимал нижнее место в глобальной технологической цепочке. Технологический процесс протекал следующим образом: инновационная идея рождалась в США, ее доводка осуществлялась в Японии, коммерциализация на Тайване и производство в Китае.

Ситуация изменилась в середине 2000-х, когда Госсовет КНР выпустил документ под названием «Инструкции по применению государственных среднесрочной и долгосрочной программ по научному и технологическому развитию на период с 2006-го по 2020 год». В нем перед Китаем была поставлена задача создания деловой среды, которая способствовала бы появлению независимых инноваций, продвигаемых силами частных компаний. Именно этот документ считается началом китайского «инновационного меркантилизма». Перед китайскими компаниями была поставлена задача овладеть практически всеми возможными технологиями, список которых состоял более чем из четырехсот пунктов.

Китайские компании активно подключились к разработке «местных инноваций», в том числе путем «совместных инноваций», развивая разнообразные формы глобального партнерства в сфере трансфера технологий. Программа поддержки «местных инноваций» основывалась на государственной помощи в виде налоговых льгот, субсидий или даже государственных контрактов. При этом «местная инновация» не обязательно должна быть создана в Китае, иностранной компании достаточно передать патентные права совместному предприятию с большей долей китайского предприятия, и перед новой компанией открываются совершенно иные перспективы.

Китайские власти официально выделили пятнадцать направлений, среди которых оказались технологии масштабной разработки нефтяных и газовых месторождений, создание программного обеспечения и ключевых электронных компонентов, создание атомных реакторов и больших самолетов, различные производственные цепочки, новая энергетика, новые материалы, гибридные и электрические автомобили. Фактически речь идет о том, что китайские компании должны за несколько лет перепрыгнуть сразу несколько технологических ступеней и встать на равных с европейскими и американскими технологическими лидерами.

Опыт развития стран «экономического чуда» показывает, что все они осуществляли модернизацию главным образом путем заимствования технологий у передовых стран, переход к собственно инновационному развитию происходил постепенно, по мере приближения к «мировой технологической границе».

Россия, до 1990-х годов принадлежавшая к элитарному технологическому клубу, сегодня теряет позиции даже во втором технологическом эшелоне, демонстрируя преимущественно имитационную стратегию. Между тем, стратегия модернизации российской экономики должна сочетать: стратегию лидерства в тех направлениях, где

Россия имеет технологическое превосходство; стратегию догоняющего развития и заимствования в отраслях, где наблюдается значительное отставание. Реальная оценка своих возможностей, понимание необходимости осваивать западные технологии, прежде чем делать ставку на инновации, признание приоритета экономических интересов над геополитикой – вот необходимые предпосылки сокращения инновационного разрыва между российской экономикой и экономикой развитых стран.

Российская научная мысль уже десятилетие не может создать эффективной модели повышения инновационной активности отечественных предприятий и отраслей. Продолжает сохраняться существенный разрыв по ряду индикаторов, характеризующих внедрение инновационных технологий и развитие интеграционных процессов между наукой, образованием и производством. Так, индекс сотрудничества университетов (науки и образования) с промышленностью в России почти в 2 раза ниже, чем в США и Германии, и в 1,4 раза ниже, чем в Китае.

Глубинная сущность механизмов национальной инновационной системы заключается, с одной стороны, в синтезе многообразных форм инновационной кооперации, а, с другой стороны – в синергетическом эффекте взаимодействия интеллектуального и инновационного потенциалов практически всех областей экономики, хозяйствующих субъектов, социальных структур. Решающее значение имеет ориентация на системные аспекты инноваций и создание прочных связей в рамках национальной инновационной системы.

Так же, как спрос на инновации неравномерен в отдельных странах, внутри национальной экономики он также локализован в определенных, благоприятных для этого областях. В России мощнейшим локомотивом развития инноваций и одним из «центров кристаллизации» инновационной активности, на наш взгляд, должен стать проект развития и обновления транспортной инфраструктуры (высокоскоростной железнодорожный и автомобильный транспорт, организация городских транспортных потоков, национальная и региональная авиация, создание сети логистических центров, системы доставки грузов на отдаленные территории и т.д.). Именно в области дорожного строительства можно эффективно внедрять передовой зарубежный опыт создания технологических платформ, основанных на соединении трех факторов: внутреннего спроса, интеллектуального капитала и новейших отечественных и зарубежных технологий [2]. И здесь без глобального партнерства в сфере трансфера технологий не обойтись.

Идею развития глобального партнерства уже несколько лет пытается реализовать на практике кафедра «Дорожно-строительные машины» КГАСУ, создав на своей базе международный образовательный центр трансфера современных технологий в области дорожного строительства совместно с германской компанией Wirtgen, эксклюзивным дилером шведской компанией Volvo ООО «Ferronordic Machines», китайскими компаниями Guilin Huali Heavy Industries Co. Ltd., Xugong Construction Machinery Group. Международным образовательным центром регулярно проводятся международные семинары-совещания с приглашением ведущих зарубежных специалистов для руководителей предприятий дорожной отрасли РТ. Лучшие студенты 3 курса автодорожного факультета во время летней практики посещают заводы компании Wirtgen Group: Kleeman, Hamm, Vogele и Wirtgen. Они изучают устройства современных дорожно-строительных машин, на практике узнают о новейших технологиях укладки дорог в Германии. Но самое главное – студенты в цехах вышеперечисленных заводов знакомятся с новейшими методами и способами изготовления и сборки этих машин. Тем самым, они закрепляют теоретические знания, полученные на курсах «Детали машин и основы конструирования», «Теории механизмов и машин», «Подъемно-транспортные машины» и др. Представители компании Wirtgen читают студентам и специалистам, повышающим квалификацию в Международном образовательном центре, лекции о современных мировых тенденциях в развитии дорожно-строительной отрасли.

Также кафедрой подписан договор с Китайским геологическим университетом (Ухань) и заводом Xugong Construction Machinery Group о создании направления «Использование бестраншейных технологий в строительстве» с целью изучения и практического использования

передового опыта. Так, Xugong Construction Machinery Group сформировал учебный класс на базе кафедры, оснастил его необходимыми узлами и инструментами в качестве наглядных пособий, а также основными схемами установок для подробного изучения, а Китайский геологический университет (Ухань) направляет специалистов в области бестраншейных технологий и горизонтального направленного бурения для проведения учебных и образовательных семинаров и конференций с целью обмена передовым опытом.

Реализация вышеперечисленных проектов обеспечивает кафедру различными группами ресурсов: материальными – доступом к уникальному оборудованию, финансовыми – в виде финансовой поддержки инновационных проектов, а также нематериальными – интеллектуальной собственностью, которая передается в соответствии с лицензионными соглашениями или в виде использования человеческого ресурса, знаний.

Международным образовательным центром поддерживается практика совместного участия профессорско-преподавательского состава в конкурсах на получение заказов на исследования и разработки, в международных программах и проектах, что позволяет сформировать среду, благоприятную для интеграционных процессов в научно-образовательном сообществе. Вызовы со стороны развивающегося технологического рынка способствовали активному формированию патентного портфеля кафедры.

Наиболее перспективными для российского рынка инноваций в настоящее время становятся сопровождение инновационного проекта через создание и поддержку развития малых инновационных предприятий, а также совместные инновационные проекты с промышленными предприятиями. В связи с этим кафедрой «Дорожно-строительные машины» обсуждаются планы создания в ближайшей перспективе дорожного технопарка «Каток», главной целью деятельности которого станет повышение инновационной активности в дорожно-строительной отрасли, создание новых каналов трансфера передовых технологий, повышение эффективности использования инструментов для поддержки инновационного бизнеса.

Определяющим фактором успешной реализации задуманных проектов является наличие научно-исследовательских подразделений КГАСУ, высокий уровень интеллектуального потенциала его сотрудников и выпускников.

Согласно результатам международного исследования в сфере инноваций «Глобальный инновационный барометр 2012», лишь 35 % обследованных согласились с тем, что школы и университеты обеспечивают уровень образования, необходимый для формирования инновационных лидеров будущего (59 % в среднем по 22-м странам; 52 % в среднем по странам БРИК). Среди наиболее важных факторов, которые могли бы способствовать достижению успеха в инновационной деятельности, 64 % российских руководителей отметили наличие сотрудников, умеющих креативно мыслить и находить нестандартные решения (56 % в среднем по 22-м странам; 54 % в среднем по странам БРИК), 42 % выделили наличие сотрудников с более высоким уровнем технической подготовки (49 % в среднем по 22-м странам; 51 % в среднем по странам БРИК) [6]. Приведенные данные позволяют реально оценить уровень подготовки российских специалистов и искать кардинально новые пути его повышения.

Кроме того, глобальное партнерство университетов с компаниями – мировыми лидерами – открывает для них возможность участия в решении реальных производственных задач и проведения исследований по наиболее актуальным проблемам, получение обратной связи от потребителей научно-образовательных услуг, приведение учебных программ и методов работы со студентами к международным стандартам, ускорение трансфера знаний и практического опыта.

Именно развитие глобального партнерства образовательных учреждений, ведущих мировых производителей и российских компаний будет способствовать повышению качества подготовки специалистов, активизации российских научных исследований, приближению их к мировой технологической мысли, без чего невозможно формирование в России нового технологического уклада и сокращение инновационного разрыва с ведущими мировыми державами.

**Список литературы**

1. Завадский М. Первоначальное накопление технологий // Эксперт, 2012, № 12. – С. 30-32.
2. Сахапов Р.Л., Абсальмова С.Г. Инновационная пауза как шанс на технологическую модернизацию российской экономики // Известия КГАСУ, 2012, № 3. – С. 203-209.
3. Тумашев А.Р., Тумашева М.В. Теоретические вопросы анализа мирового кризиса как фактора развития современной экономики // Экономический вестник Республики Татарстан, 2011, № 4. – С. 6-12.
4. Castellacci F. Closing the Technology Gap? // Review of Development Economics, 2011, Vol. 15, Issue. – P. 180-197.
5. «The Global Innovation Index 2012». URL: <http://www.globalinnovationindex.org>. (дата обращения 15.06.2013).
6. «Global Innovation Barometer 2012». URL: <http://gtmarket.ru/news/2012/03/06/4088> (дата обращения 19.06.2013).

**Sakhapov R.L.** – doctor of technical sciences, professor

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

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

**Absalyamova S.G.** – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: [s.absalyamova@yandex.ru](mailto:s.absalyamova@yandex.ru)

**Kazan (Volga region) Federal University**

The organization address: 420008, Russia, Kazan, Kremlevskaya st., 18

**The Global Partnership in the field of technology transfer as the factor  
of reducing of the innovation gap****Resume**

At present, the world economy has a global innovation gap, which is a collection of substantial disparities in the innovative development of individual countries. Study of the nature of innovation gap involves the study of specific problems in innovative development, as well as finding ways to solve them. The reasons of the innovation gap should be found in the organization of the innovation process at the national level, and, above all, in the state of the national innovation system.

Unfortunately, the today state of the Russian innovation system does not allow it to become closer to the group of leaders of innovative development. According to the authors, in Russia the most powerful engine of innovation and one of the «nucleation» of innovation activity should become the development and renewal of transport infrastructure. To realize this project it is necessary to strengthen global partnerships between universities and leading Russian and foreign companies. This will help to solve such pressing issues as improving the quality of training and accelerating transfer of advanced technology, which is indispensable to the formation in Russia of a new technological system and reducing the innovation gap with the leading world powers.

**Keywords:** innovation gap, technology transfer, the integration of universities and business, global partnership.

**References**

1. Zavadsky M. Primitive accumulation of technology // Expert, 2012, № 12. – P. 30-32.
2. Sakhapov R., Absalyamova S. Innovation pause as chance to the technological modernization of the Russian economy // News of the KSUAE, 2012, № 3. – P. 203-209.
3. Toumashev A., Toumasheva M. The issues of theoretical analysis of the influence of world crisis on the economic development// Economic review (vestnik) of the Republic of Tatarstan, 2011, № 4. – P. 6-12.
4. Castellacci F. Closing the Technology Gap? // Review of Development Economics, 2011, Vol. 15, Issue. – P. 180-197.
5. «The Global Innovation Index 2012». URL: <http://www.globalinnovationindex.org>. (15.06.2013).
6. «Global Innovation Barometer 2012». URL: <http://gtmarket.ru/news/2012/03/06/4088> (19.06.2013).

---

---

**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 komponуются 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: ежедн. 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.J. Guzman. – M: LTD RIF « Stroymaterialy», 2003. – 496 p.
6. The send-recv 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», индексе 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 20116X06860

**Указать назначение платежа:** Код дохода: 0000000000000000130 реализация изд. деэт-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)

<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>	
<b>Title of the article</b>	
<b>Resume</b> (The volume from 150 to 200 words)	
<b>Keywords</b> (from 5 to 10 words or phrases)	
<b>Scientific topic of the article</b>	<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>
<b>Mailing address</b>	
<b>Telephone numbers for communication</b>	

---

---

**Известия КГАСУ**  
2013 г., № 3 (25)

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 1.10.2013

Заказ 425

Усл.-печ. л. 25,5

Формат 60x84/8

Бумага тип. № 1

Уч.-изд. л. 26,0

Тираж 500 экз.

I завод-100

Отпечатано в Издательстве КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, 1