

УДК: 69.001.6
DOI: 10.48612/NewsKSUAE/67.9
EDN: JCJSIZ



Опыт проектирования и строительства репродукторов II-го порядка

Л.Ш. Сибгатуллина¹, А.Г. Хабибулина¹, А.М. Сибгатуллин²
¹Казанский государственный архитектурно-строительный университет
²ООО «ПЦ Град»
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи.* Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью реализации эффективных проектов в агропромышленном комплексе, что является одним из ключевых факторов обеспечения продовольственной безопасности. Этот аспект представляет собой одно из приоритетных направлений государственной политики на протяжении долгосрочного периода. Цель данного исследования заключается в анализе существующего опыта проектирования и оценке перспектив развития строительства объектов промышленных птицеводческих хозяйств, направлено на изучение и адаптацию передовых технологий и методов, используемых в данной области. Задачами исследования являются: обзор опыта проектно-изыскательских работ в рамках реализации проекта «Репродуктор 2-го порядка бройлерного направления»; разработка эффективного, технологичного и экологически устойчивого комплекса для индустриального птицеводства, включающего в себя использование современных строительных конструкций, материалов, инженерных систем и сооружений; предложение основы для разработки методических рекомендаций по созданию проектной документации промышленных объектов в сфере птицеводства.

Результат. Основным результатом данного исследования является комплексный подход к разработке проекта, направленного на создание эффективного, технологичного и экологически устойчивого комплекса для индустриального птицеводства. Этот подход включает в себя применение современных строительных конструкций, материалов, инженерных систем и сооружений, а также учет всех нормативных требований и стандартов.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли проявляется в предложенном авторами исследования комплексном подходе к проектированию объектов промышленного птицеводства.

Ключевые слова: племенные репродукторы, проектирование и строительство объектов промышленного птицеводства

Для цитирования: Сибгатуллина Л.Ш., Хабибулина А.Г., Сибгатуллин А.М. Опыт проектирования и строительства репродукторов II-го порядка // Известия КГАСУ, 2024, № 1(67), с. 83-95, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/67.9, EDN: JCJSIZ

Experience in design and construction of 2nd order reproducers

L.Sh. Sibgatullina¹, A.G. Khabibulina¹, A.M. Sibgatullin²
¹Kazan State University of Architecture and Engineering
²LLC «PTs Grad»
Kazan, Russian Federation

Abstract. *Problem statement.* The relevance of this study is due to the need to implement effective projects in the agro-industrial complex, which is one of the key factors in ensuring

food security. This aspect represents one of the priority directions of the state policy during the long-term period. The purpose of the study is to review the design experience and prospects for the development of construction of industrial poultry farms. The objectives of the study are to review the experience of design and survey works within the framework of the project «2nd order broiler reproducer»; to develop an effective, technological and environmentally sustainable complex for industrial poultry farming, including the use of modern building structures, materials, engineering systems and facilities; to propose the basis for the development of methodological recommendations for the creation of design documentation of industrial facilities in the field of poultry farming.

Results. The main result of this study is an integrated approach to project development aimed at creating the efficient, technological and environmentally sustainable complex for industrial poultry farming. This approach includes the use of modern building structures, materials, engineering systems and facilities, as well as consideration of all regulatory requirements and standards.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry is manifested in the integrated approach to the design of industrial poultry facilities proposed by the authors of the study.

Keywords: breeding farms, design and construction of industrial poultry farming facilities.

Для цитирования: Sibgatullina L.Sh., Khabibulina A.G., Sibgatullin A.M. Experience in design and construction of 2nd order reproducers // News KSUAE, 2024, № 1(67), p. 83-95, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/67.9, EDN: JCJSIZ

1. Введение

В Российской Федерации утверждена Доктрина продовольственной безопасности¹. Доктрина отражает основные направления государственной социально-экономической политики в области обеспечения продовольственной безопасности страны, при этом одной из ключевых задач в этой сфере является обеспечение устойчивого развития животноводства. В VI разделе Доктрины указано о необходимости создания новых производственных мощностей, реконструкции и развития действующих производств, связанных с животноводством. Импортзамещение в сельском хозяйстве имеет решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности страны, придания мощного импульса развитию крупных, средних и малых форм хозяйствования, выхода на самообеспечение по основным видам продовольствия. Меры государственной поддержки промышленного птицеводства в России направлены на повышение научно-технологического развития и выявление резервов эффективности производства продукции². Оба этих аспекта важны для развития отрасли и могут способствовать увеличению производства и конкурентоспособности птицеводства в России [1, 2]. Реализации эффективных проектов в агропромышленном комплексе, что является одним из ключевых факторов обеспечения продовольственной безопасности. Этот аспект представляет собой одно из приоритетных направлений государственной политики на протяжении долгосрочного периода. Современные требования к интенсивности развития, рентабельности животноводческих комплексов и фермерских хозяйств в России указывают на необходимость строительства и модернизации производственной инфраструктуры с использованием инновационных строительных технологий, конструкций и материалов для создания оптимальных условия содержания животных [3-5]. Одним из основным требований в промышленном животноводстве, является повышение экологической безопасности для окружающей среды. Птицеводство считается одной из значительных причин загрязнения окружающей среды, включая атмосферу, почву,

¹ Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Указ Президента РФ № 20 от 21 января 2020 года.

² Подпрограмма «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» Правительства Российской Федерации № 782 от 28 мая 2020 г. в рамках Программы «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы».

подземные и грунтовые воды. Это связано со сбросом птичьего помета, производственных отходов, с выбросами аммиака и других вредных газов в окружающую среду. Например, птицеферма, содержащая 100000 особей, за год вырабатывает около 4000 т помета [6-8]. С увеличением объема промышленного производства птиц на ограниченной территории возникает актуальная проблема обработки отходов. При проектировании птицеводческих комплексов следует применять системный подход к решению данной проблемы, учитывая экологические и гигиенические аспекты [9-11].

Цель данного исследования заключается в анализе существующего опыта проектирования и оценке перспектив развития строительства объектов промышленных птицеводческих хозяйств, направлено на изучение и адаптацию передовых технологий и методов, используемых в данной области.

Задачи исследования включают в себя:

1. На основе опыта выполнения проектно-изыскательских работ в рамках реализации проекта «Репродуктор 2-го порядка бройлерного направления» провести исследование, учитывающее современные тенденции, как зарубежные, так и отечественные, в области проектирования и строительства животноводческих комплексов.
2. Разработку эффективного и экологически устойчивого комплекса для индустриального птицеводства, включающего в себя использование современных строительных конструкций, материалов, инженерных систем и сооружений, с учетом всех нормативных требований и стандартов.
3. Предложение основы для разработки методических рекомендаций по созданию проектной документации промышленных объектов в сфере птицеводства.

2. Материалы и методы

Исследуемый объект: Репродуктор 2-го порядка бройлерного направления (далее Репродуктор). Место расположения Репродуктора: Российская Федерация, Республика Татарстан, муниципальный район Бугульминский, сельское поселение Спасское. Репродуктор состоит из следующих основных зон: Ефановка РС-1, РС-2; Садовая РС-3, РС-4; Рычковская РС-5, РС-6, РП (петушатник); Спасская РС-7, РС-8; Свахина РМ-1; Алга РМ-2; Дымская РМ-3; Гремячевская РМ-4; Пометохранилище (рис. 1). На территории данных зон спроектировано 20 птичников.

Проектная документация разработана для строительства в климатическом районе I В, со следующими характеристиками:

- расчетная снеговая нагрузка V район – 320 кг/м² (расчетное значение);
- ветровая нагрузка (II район) – 30 кг/м (нормативное значение);
- расчетная температура наружного воздуха – минус 47 °С;
- нормативная глубина промерзания грунта – 1,70 м (согласно данным геологических исследований).

Рассматриваемая территория строительства Репродуктора, согласно карте районирования Республики Татарстан, по климатическим условиям расположена в климатическом подрайоне I В³. Климат данной территории умеренно-континентальный с прохладным и сравнительно влажным летом, умеренно холодной и снежной зимой. Среднегодовая годовая температура воздуха составляет 3,5 °С. Средняя температура воздуха в июле составляет 18-19 °С, в январе –12,0 - –14,0 °С. Высотное положение территории создает своеобразный местный температурный режим. Зима является самым продолжительным сезоном года и длится в среднем 120-130 дней. Вследствие возвышенного положения, район строительства лучше обеспечен осадками и имеет температуру воздуха ниже, чем окружающие низменные территории. Ветры, в большинстве случаев, наблюдаются западного и южного направления, значительно реже – восточного направления. Средние скорости ветра: наибольшая в январе – 5,1 м/с, наименьшая в июле – 3,0 м/с.

³ Климатическая характеристика территории строительства Репродуктора составлена по материалам ФГБУ «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан», на основе многолетних наблюдений на метеостанции МС г. Бугульма – ближайшей к территории предприятия.

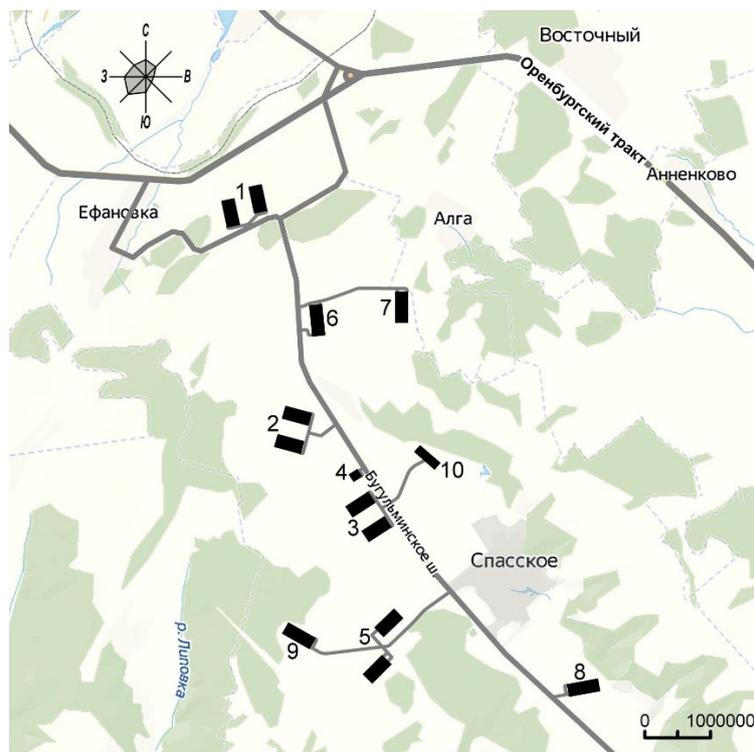


Рис. 1. Ситуационный план. Зоны Репродуктора: 1 – Ефановка РС-1, РС-2; 2 – Садовая РС-3, РС-4; 3 – Рычковская РС-5, РС-6; 4 – Рычковская РП; 5 – Спасская РС-7, РС-8; 6 – Свахина РМ-1; 7 – Алга РМ-2; 8 – Дымская РМ-3; 9 – Гремячевская РМ-4; 10 – Пометохранилище (иллюстрация авторов)

Fig. 1. Layout Plan. Reproducer zones: 1 – Efanovka RS-1, RS-2; 2 – Sadovaya RS-3, RS-4; 3 – Rychkovskaya RS-5, RS-6; 4 – Rychkovskaya RP; 5 – Spasskaya RS-7, RS-8; 6 – Svahina RM-1; 7 – Alga RM-2; 8 – Dymskaya RM-3; 9 – Gremjachevskaya RM-4; 10 – Manure storage (Illustration by the authors)

В качестве материала для данного исследования был выбран Репродуктор бройлерного направления. Исследование проводится в контексте его использования в качестве модели для формирования типовых проектных решений в области создания проектной документации для промышленных объектов птицеводства. Исследование базируется на комплексном подходе к разработке проекта эффективного, технологически совершенного и экологически безопасного комплекса для индустриального птицеводства.

3. Результаты и обсуждение

Основной вид деятельности Репродуктора – разведение птицы и производство инкубационного яйца. Производственная мощность птицекомплекса составляет до 120 млн. инкубационных яиц в год. Это комплекс полного цикла, начиная от инкубатора и заканчивая забоем птицы (табл. 1).

Репродуктор включает в себя следующие основные процессы:

- выращивание и откорм родительского стада для последующего производства и откладки яиц (8 зон);
- выращивание ремонтного молодняка (4 зоны);
- дорастивание петушков (1 зона);
- на 64-ой неделе содержания – транспортировка птицы на убой.

Таблица 1

Характеристика основных объектов Репродуктора

Технико-экономические показатели объектов	Производственные зоны		
	Родительское стадо (РС)	Ремонтный молодняк (РМ)	Резервные петушки (РП)
Количество зон, шт.	8	4	1
Количество птичников, шт.	9	9	2
Площадь застройки одного птичника, м ²	2064	1260 для петухов (3 шт.) 2376 для кур (6 шт.)	990
Размеры птичника, м:	16,0x129,0x3,95	15,0x84,0x3,4 (3 шт.) 18,0x132,0x3,4 (6 шт.)	15,0x66,0x3,4
Размеры пристроек, м:			
- весовая	4,09x2,3x3,0	4,4x2,93x3,0	-
- операторская	11,6x1,5x3,0	7,8x6,19x3,0	6,52x6,26
Санпропускник с дезбарьером, размер в осях, м	18,8x24,0x6,56	18,8x24,0x6,56	18,8x24,0x6,56
Размеры дезбарьера, м	9,19x24,24x6,5	9,19x24,24x6,5	-
Размеры яйцесклада, м	27,0x21,0x7,9	-	-
Общее посадочное поголовье в одной партии, голов	103131	21400	1953
Расход электроэнергии, кВт/год	3567948	2463350,4	426384
Расход воды, м ³ /год	25682,13	3612,12	939,46

Примечание: Размеры строений в плане указаны в осях. Высоты строений: птичников – в середине пролета, в пристраиваемых помещениях – до низа подвешеного потолка.

Инженерные изыскания на участке строительства выполнены ООО «НПЦ Град». Раздел рабочего проекта «Конструктивные и объемно-планировочные решения. Конструкции металлические» разработан ООО «Научно-исследовательская и проектно-строительная фирма «Уникон».

При проектировании объектов Репродуктора использовались следующие расчетные программные комплексы:

- для фундаментов – Статика «ING+»;
- для строительных конструкций – «Autodesk Robot Structural Analysis», «SCAD», Autodesk Robot Structural Analysis Professional;
- для графические части – «AutoCAD».

Проектная документация разработана для следующих условий строительства:

- Класс ответственности зданий – II;
- Степень огнестойкости – III;
- Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф 5.3.

Территории, отводимые под строительство объектов Репродуктора, были представлены землями сельскохозяйственного назначения. Земельные участки расположены за пределами особо охраняемых природных территорий федерального, регионального, местного значения и не затрагивают территории объектов культурного наследия, состоящих на государственной охране. В результате ранее антропогенного освоения преобладали распаханые земельные угодья (пашня) и выгон. При строительстве объекта не потребовалась вырубка древесно-кустарниковой растительности.

Лабораторные исследования показали, что согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 по эпидемической опасности отобранные пробы почвы на участках строительства Репродуктора соответствуют категории «чистая». Отсутствие превышений по всем компонентам в пробах почвы, указывает на отсутствие отрицательного влияния существующих объектов на почвенный покров территории. При проведении пешеходной гамма-съемки источники ионизирующего излучения и участки с повышенными уровнями

гамма-фона на обследованной территории не обнаружены.

Основными источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферу при эксплуатации Репродуктора являются: птичники, бункеры с комбикормом, отопительное оборудование, дезбарьер, выгреб, место сбора ливнестоков, автотранспорт. В атмосферный воздух выделяются загрязняющие вещества 24 наименований, валовый выброс которых в среднем составляет 64,705 т/год. Наибольшие из них: метан – 22,909 т/год; оксид углерода – 16,726 т/год; пыль пуховая – 8,256 т/год; диоксид азота – 6,396 т/год; аммиак – 5,784 т/год и др. Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере производился в программе «Эколог 3.0 «Стандарт», разработанной фирмой «Интеграл» (г. Санкт-Петербург) и согласованной ГГО им. А.И. Воейкова. Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ и фоновое загрязнение в атмосфере были представлены ФГБУ «УГМС Республики Татарстан». Расчеты рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при эксплуатации объектов Репродуктора, показали, что максимальные приземные концентрации вредных веществ на границах ориентировочной санитарно-защитной зоны и ближайшей жилой зоны не превысят 1,0 ПДК. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (п. 7.1.11) размер ориентировочной санитарно-защитной зоны для объектов Репродуктора составляет 1000 м. Основными источниками шума при эксплуатации объектов Репродуктора будут являться оборудование вентиляционной системы, отопительное оборудование, автотранспорт. Расчет суммарных уровней звукового давления выполнен на программном комплексе «Эколог-Шум» фирмы «Интеграл», разработанном в соответствии с требованиями СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Шумовые характеристики источников шума, необходимые для проведения акустических расчетов были приняты на основании справочных данных. Согласно расчётам, установлено, что превышений уровней звукового давления в расчетных точках, принятых на границе ориентировочной санитарно-защитной зоны и на территории жилой застройки соответствует нормативным требованиям. Таким образом, эксплуатация объектов Репродуктора не оказывает существенного воздействия на атмосферный воздух в районе его размещения и на сопредельных территориях.

В техническом отчете по результатам инженерно-экологических изысканий был представлен прогноз возможных неблагоприятных изменений при эксплуатации объектов Репродуктора, проработаны мероприятия и даны рекомендации по организации контроля за состоянием атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод на территории предприятия.

Проектные работы включали в себя производственные объекты Репродуктора в 13 зонах и площадку компостирования помета.

Редуктор разделен на три основные зоны: производственная, хозяйственная, транспортная. Производственная зона делится, в зависимости от назначения площадки, на зону выращивания; бункеры хранения комбикормов; бытовые здания и сооружения с помещениями технического обеспечения. Хозяйственная зона включает в себя: водозаборный узел; выгреб для хозяйственно-бытовых сточных вод; помещения для временного складирования павшей птицы; санпропускники. Транспортная зона подразделяется соответственно на: дезбарьер со вскрывочной; дезинфекционный блок транспортных средств с дезбарьером (рис. 2).

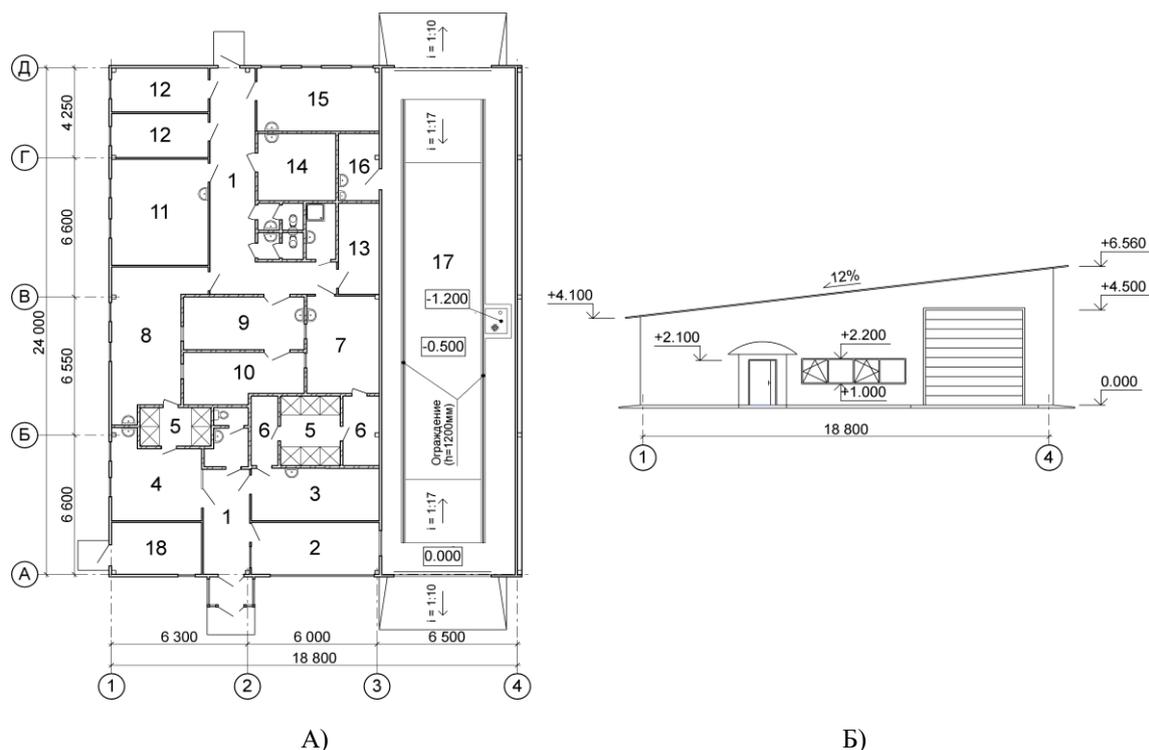


Рис. 2. Санпропускник. А) План: 1 – коридор; 2 – помещение охраны; 3 – женская гардеробная домашней одежды; 4 – мужская гардеробная домашней одежды; 5 – душевая; 6 – преддушевая; 7 – женская гардеробная спецодежды; 8 – мужская гардеробная спецодежды; 9 – постирочная; 10 – кладовая спецодежды; 11 – комната приема пищи; 12 – кабинет; 13 – кладовая; 14 – помещение для хранения медикаментов; 15 – мастерская; 16 – помещение для дезрастворов; 17 – бокс для дезинфекции транспорта; 18 – топочная. Б) Фасад в осях 1-4 (иллюстрация авторов)

Fig. 2. Sanitary facilities. A) Plan: 1 – corridor; 2 – security room; 3 – women's dressing room for home clothes; 4 – men's dressing room for home clothes; 5 – shower room; 6 – pre-shower room; 7 – women's overalls dressing room; 8 – men's overalls dressing room; 9 – laundry room; 10 – overalls storage room; 11 – meal room; 12 – office; 13 – storage room; 14 – medicine storage room; 15 – workshop; 16 – room for disinfectants; 17 – box for transportation disinfection; 18 – furnace room. B) Facade in axes 1-4 (Illustration by the authors)

Территория размещения производственных площадок Репродуктора не располагала существующей транспортной инфраструктурой. К основной автодороге «Бугульма-Татарская Дымская» примыкающей к Оренбургскому тракту, проектом предусматривалось устройство подъездных автодорог общей протяженностью 9,815 км. Основной вид внешнего и внутриплощадочного транспорта – автомобильный. Зоны Репродуктора имеет два въезда, и подразделяется на две зоны грязную и чистую. Проезды запроектированы с двухскатным и односкатным поперечным профилем, с покрытием из асфальтобетона по щебеночному основанию.

Объемно-планировочные решения объектов Репродуктора выполнены в соответствии с действующими требованиями технологического процесса, действующих санитарных и противопожарных норм и правил, специализированными методическими рекомендациями⁴.

Архитектурная концепция всего комплекса определена производственными процессами, т.е. основным функциональным назначением Репродуктора (рис. 3).

⁴ СП 289.1325800.2017 «Сооружения животноводческих, птицеводческих и звероводческих предприятий. Правила проектирования»; РД-АПК 3.10.07.05-17 «Ветеринарно-санитарные требования при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации животноводческих помещений».

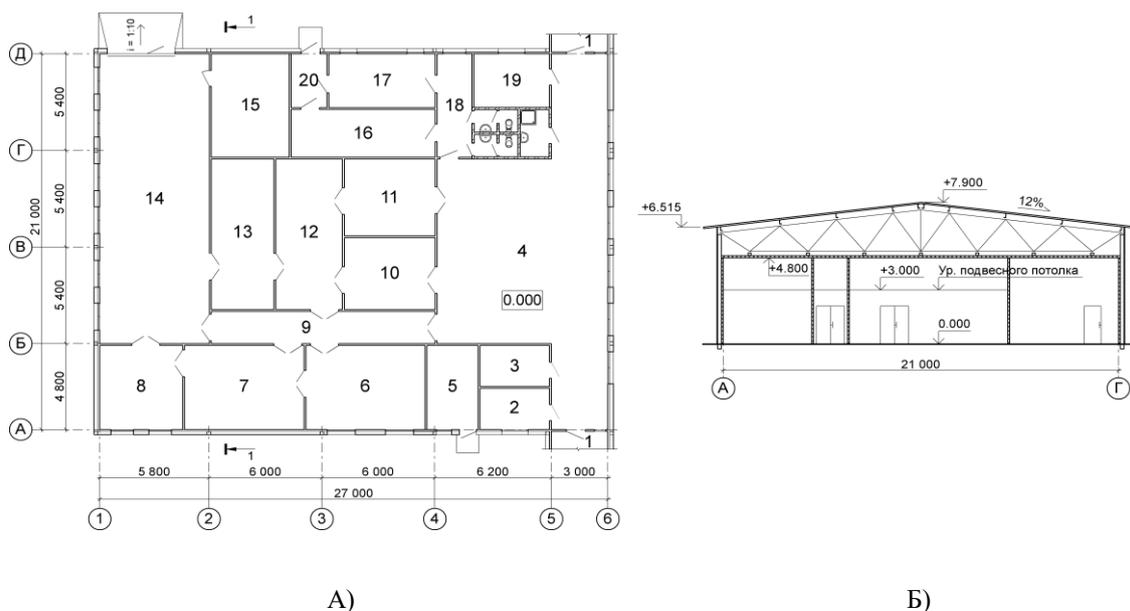


Рис. 3. Яйцесклад. А) План: 1 – галерея яйцесбора; 2 – административное помещение; 3 – подсобное помещение; 4 – помещение приёмки, сортировки, упаковки яиц; 5 – топочная; 6 – помещение упаковки яиц в коробки; 7 – помещение хранения яиц; 8 – помещение экспедиции яиц; 9 – коридор технологический; 10 – помещение накопления яиц; 11 – помещение обработанной тары; 12 – помещение газации яиц, тары; 13 – помещение приема тары; 14 – помещение отгрузки яиц; 15 – венткамера; 16 – гардеробная женская; 17 – гардеробная мужская; 18 – коридор; 19 – электрощитовая, операторская; 20 – тамбур. Б) Разрез 1-1 (иллюстрация авторов)

Fig. 3. Egg Storage. A) Plan: 1 – gallery for egg collection; 2 – administrative room; 3 – utility room; 4 – room of acceptance, sorting, packing of eggs; 5 – furnace room; 6 – room of packing eggs in boxes; 7 – room of storage of eggs; 8 – room of expedition of eggs; 9 – technological corridor; 10 – room of eggs accumulation; 11 – room of processed containers; 12 – room of eggs and containers gassing; 13 – room of containers reception; 14 – room of eggs shipment; 15 – ventilation chamber; 16 – dressing room for women; 17 – dressing room for men; 18 – corridor; 19 – electric control room, operator's room; 20 – vestibule. B) Section 1-1 (Illustration by the authors)

В проекте, объединяющим все объекты в единый комплекс, реализована идея эстетики лаконичной функциональности: одинаковый выбор ограждающих конструкций (облицовочных материалов); вертикальная ориентация раскладки профилированного листа и сэндвич панелей; схожие пропорции фасадного членения, расстановки визуальных акцентов и перекликающееся колористическое исполнение. В качестве отделочных материалов использовались: профилированные листы, сэндвич панели с заводским покрытием; керамическая, глазурованная плитка; краски на вододисперсионной основе. Заполнение оконных проемов произведено металлопластиковыми оконными блоками из 3-х камерного профиля, с заполнением однокамерными стеклопакетами с энергосберегающими стеклами. Заполнение наружных дверных проемов произведено металлическими дверными блоками.

Рассмотрим птичник ремонтного молодняка (РМ) для Свахина РМ-1; Алга РМ-2; Дымская РМ-3; Гремячевская РМ-4 (рис. 4).

Птичник представляет собой однопролетное одноэтажное здание с пролетом 15 м, с основным шагом колонн 6 м, с размерами в плане 15,0х84,0 м. Пристроенные помещения весовой имеют размеры 4,395х2,925 м, техническим помещением и операторской размерами 7,8х6,19м. Высота птичника до низа подвешеного потолка составляет 3,0 м у стен и 3,4 м в середине пролета. В пристраиваемых помещениях высота до низа подвешеного потолка составляет 3,0 м.

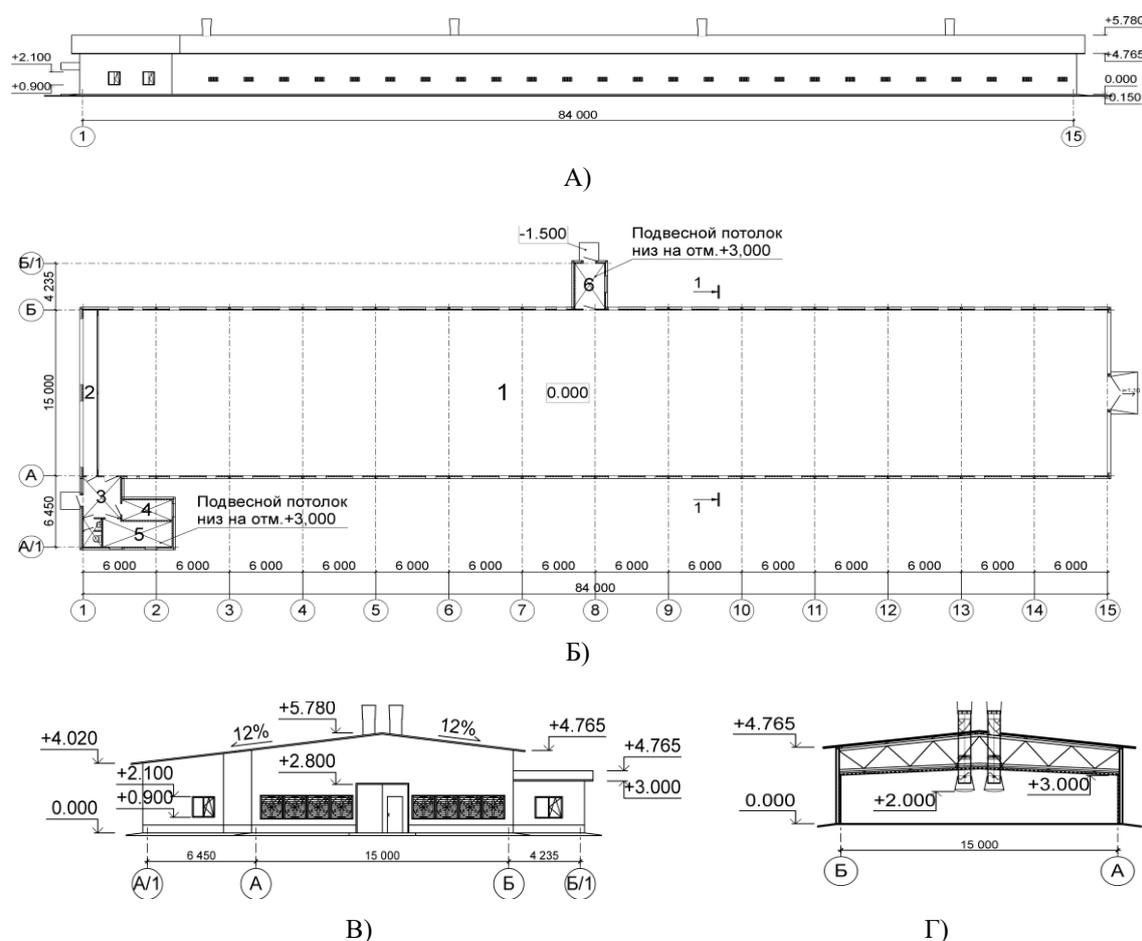


Рис. 4. Птичник ремонтного молодняка: А) Фасад 1-15. Б) План на отм. 0,000: 1 – помещение содержание птицы; 2 – техническое помещение; 3 – тамбур; 4 – операторская; 5 – помещение водоподготовки; 6 – весовая. В) Фасад А/1-Б/1. Г) Разрез 1-1 (иллюстрация авторов).
 Fig. 4. Replacement poultry house: А) Facade 1-15. Б) Plan at 0,000: 1 – poultry keeping room; 2 – technical room; 3 – vestibule; 4 – operator's room; 5 – water treatment room; 6 – weighing room. В) Facade А/1-В/1. Д) Section 1-1 (Illustration by the authors)

Конструкции фундаментов свайные – из буронабивных свай диаметром 350 мм (бетон В20), армированные пространственными каркасами с рабочей арматурой диаметром 12 мм класса А500С и соединительной поперечной диаметром 6 мм А240. Сваи объединены монолитным ростверком шириной 600 мм, высотой 450 мм (бетона В22,5). Основанием фундаментов, согласно результатам инженерно-геологического отчета, служит песчаник малопрочный ИГЭ-4 с расчетными характеристиками $\rho=1,90$ г/см³, $R_0=14,21$ МПа; глина казанская ИГЭ-3 с расчетными характеристиками $\rho=1,93$ г/см³, $c=36$ КПа, $\varphi=17^\circ$, $R_0=21$ МПа; известняк средней прочности с расчетными характеристиками $\rho=2,23$ г/см³, $R_0=35,0$ МПа.

Каркас здания является комплектной поставкой завода-изготовителя. Основными несущими конструкциями каркаса являются поперечные рамы, шаг рам – 6 м. Конструкции покрытия выполнены из ферм с поясами из гнутосварных труб квадратного сечения. Сопряжение ферм с колоннами-жесткое. Сопряжение полуферм между собой-шарнирное. Колонны каркаса изготовлены из гнутосварных труб, прогоны выполнены по разрезной схеме. Металлический каркас состоит из труб квадратного сечения. Пространственная жесткость строений обеспечивается собственной жесткостью конструкций, системой вертикальных и горизонтальных связей, прогонами покрытия.

Ограждающие конструкции стен, покрытия и внутренние перегородки выполнены из трехслойных сэндвич-панелей утепленные пенополиизоциануратом (ППИР плита 100 мм). Двери внутренние поливинилхлоридные, наружные металлические утепленные.

Ворота металлические, утепленные распашные. Кровля – скатная, состоящая из профлиста Н-75-750-0,7 по металлическим прогонам и фермам. Водоотвод наружный, неорганизованный. Для отвода дождевой воды вокруг здания предусмотрена бетонная отмостка шириной 1,0 м.

Применение «Сэндвич-панелей» в качестве ограждающих конструкций объектов Репродуктора является, на сегодняшний день, оптимальным решением, так как они несложны в монтаже и позволяют снизить стоимость строительства на 30 % по сравнению с каменными стенами [3]. С применением оптимизации ограждающих конструкций и использованием сэндвич-панелей, содержащих утеплитель на основе пенополиизоцианурата, достигается снижение капитальных вложений, а также уменьшение тепловых потерь объекта [12, 13]. Этот подход приводит к снижению нагрузки на систему отопления, что в свою очередь позволяет снизить потребляемую мощность источника теплоснабжения [14, 15]. Использование «Сэндвич-панелей» соответствует всем необходимым стандартам безопасности, энергоэффективности и прочим нормам для объектов промышленных птицеводческих хозяйств.

Инженерные системы для зданий птичников Репродуктора представляют собой комплексное обеспечение, предоставленное немецкой компанией «Hartmann»⁵. При принятии решения о выборе систем данной компании на начальном этапе разработки проектной документации в 2014 году, руководствовались её статусом лидера на мировом рынке среди производителей оборудования для выращивания и содержания племенной птицы, а также птиц мясного направления. Компания Hartmann ориентирована на предоставление полного комплекта услуг «под ключ», охватывающего все аспекты содержания птицы, начиная от планирования оборудования и заканчивая его техническим обслуживанием. Её предложение включает в себя все этапы – от использования инкубационной техники до оборудования для уоя и утилизации отходов.

Системы отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха птичников Репродуктора спроектированы с учетом следующих требований:

- Источником теплоснабжения, обеспечивающим здания птичников теплом, являются газовые теплогенераторы, устанавливаемые в здании. Теплогазогенераторы с воздушным отоплением рекуперативного типа.
- Система вентиляции. Для поддержания санитарно-гигиенических условий воздушной среды в помещениях запроектирована приточно-вытяжная система вентиляции, состоящая из трех плавно переходящих друг в друга фаз: минимальная, комбинированная и туннельная вентиляция.
- Удаление воздуха из помещения птичника осуществляется механическим побуждением при помощи торцевых вентиляторов, установленных в торце здания и коньковых вентиляторов.
- Приток воздуха в помещение птичника обеспечивается естественным способом через жалюзи и воздушно-приточных клапанов установленных периодически по длинным сторонам фасадов птичников.

Репродуктор был задуман как инновационный комплекс в области промышленного птицеводства, обеспеченный современными технологическими решениями, направленными на повышение качества производимой продукции и улучшение рабочих условий. В птичниках установлено современное компьютеризованное оборудование, позволяющее осуществить полный контроль параметров микроклимата и автоматизированную загрузку, взвешивание и раздачу корма животным без участия персонала. Мощность введенной в эксплуатацию электростанции гарантирует бесперебойное снабжение электроэнергией объектов птицекомплекса и близлежащих населенных пунктов. Собственные обустроенные артезианские скважины позволяют обеспечить птицекомплекс качественной питьевой водой.

На сегодняшний день, в современных условиях санкционного давления, оттока ряда иностранных компаний с российского рынка, при прекращении поставок

⁵ Hartmann Lebensmitteltechnik Anlagenbau GmbH. URL: <https://www.hartmann-la-gmbh.de/sfery-dejatelnosti/pticevodstvo/uslugi/?L=2> (дата обращения: 01.01.2023).

импортного оборудования и комплектующих, вопросы импортозамещения приобрели наивысший уровень актуальности [16-18]. На правительственном уровне рассматриваются вопросы обратного инжиниринга оборудования и комплектующих для агропромышленного комплекса. Для достижения технологического суверенитета Российской Федерации в сфере АПК определены основные направления дальнейших работ⁶:

- Создание рабочих команд с участием производителей оборудования, инжиниринговых компаний, предприятий АПК.
- Решение вопросов о корректировке действующих мер государственной поддержки производителям отечественного оборудования.

Проектировщики, перед принятием окончательных решений относительно новых, реконструируемых и модернизируемых зданий и сооружений в области животноводства, должны акцентировать свое внимание на инновационных технологиях, конструкциях и материалах для строительства, а также на экологически устойчивых решениях. Это включает в себя анализ возможности использования базовых компонентов и материалов отечественного производства с целью обеспечения стабильного функционирования данных объектов.

4. Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. На основе опыта выполнения проектно-исследовательских работ в рамках реализации проекта «Репродуктор 2-го порядка бройлерного направления» было проведено исследование, учитывающее современные тенденции, как зарубежные, так и отечественные, в области проектирования и строительства животноводческих комплексов.
2. Исследование подтверждает, что эксплуатация объектов Репродуктора не оказывает существенного отрицательного воздействия на окружающую среду, включая атмосферный воздух и почвенный покров. Это достигается благодаря соблюдению всех нормативных требований, использованию современных технологий и систем, а также проведению регулярного мониторинга и контроля.
5. Исследование нацелено на формирование концепции эффективного и экологически устойчивого комплекса для индустриального птицеводства, охватывающего интеграцию современных строительных конструкций, материалов, инженерных систем и сооружений. Проектная разработка направлена на безусловный учет всех соответствующих нормативных требований и стандартов, что предполагает высокий уровень стандартизации и инновационности внедряемых технологических решений в целях достижения оптимальной экологической и технической устойчивости будущего птицеводческого комплекса.
6. При разработке проекта необходимо проведение анализа возможности использования базовых компонентов и материалов отечественного производства для обеспечения стабильного функционирования объектов промышленного птицеводства. Это может способствовать поддержке местного производства и устойчивости агропромышленного комплекса.
7. Данная работа может служить основой для разработки типовых решений по созданию проектной документации промышленных объектов в сфере птицеводства.

⁶ В Минсельхозе обсудили вопросы технологического суверенитета в АПК. 01.02.2024. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/v-minselkhoze-obsudili-voprosy-tehnologicheskogo-suvereniteta-v-apk/> (дата обращения: 02.02.2024).

Список литературы/ References

1. Буяров А.В., Буяров В.С. Функционирование и развитие рынка яиц и мяса птицы в контексте обеспечения продовольственной безопасности // Вестник аграрной науки. 2021. № 6 (93). С. 95–108 [Buyarov A.V., Buyarov V.S. Functioning and development of the market of eggs and poultry meat to ensure food security // Bulletin of agrarian science. 2021. No. 6 (93). P. 95–108]. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.6.95.
2. Кузьмин В.Н., Маринченко Т.Е. Снижение импортозависимости мясного птицеводства России // Техника и оборудование для села. 2023. № 2 (308). С. 45–48 [Kuzmin V.N., Marinchenko T.E. Decrease in import dependence of meat poultry farming in Russia // Machinery and equipment for rural area. 2023. No. 2 (308). P. 45–48]. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-2-45-48.
3. Войтюк М.М., Кондратьева О.В., Слинко О.В., Войтюк В.А. Строительство и модернизация животноводческих объектов – драйвер развития сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2019. № 2. С. 26–33 [Voityuk M.M., Kondratieva O.V., Slinko O.V., Voityuk V.A. Construction and upgrading of livestock facilities: the driver of agricultural development // Machinery and equipment for rural area. 2019. No. 2. P. 26–33].
4. Бурчик В.В. Строительство и реконструкция животноводческих ферм // Строительство и природообустройство: сборник научных трудов. Выпуск 4. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ. 2019. С. 18–25 [Burchik V.V. Construction and reconstruction of livestock farms // Construction and environmental management: collection of scientific papers. Issue 4. Blagoveshchensk: Far-Eastern GAU. 2019. P. 18–25].
5. Campbell E., Keefe G., Cullen S., Richmond A., Beagan S., Lavery U., McKenna B., Lester S. Research-by-design in complex systems: reflections on approaches used to reimagine environmentally sustainable, high-welfare poultry housing futures // Sustainability. 2023. No. 15 (7): 5808. DOI: 10.3390/su15075808.
6. Шаравьев П.В., Неверова О.П., Зуева Г.В., Романова А.С. Экологические основы птицеводства // Аграрный вестник Урала. 2013. № 7 (113). С. 47–49 [Sharavyev P.V., Neverov O.P., Zuyeva G.V., Romanova A.S. Ecological bases of poultry farming // Agrarian bulletin of the Urals. 2013. No. 7 (113). P. 47–49].
7. Bist R.B., Subedi S., Chai L., Yang X. Ammonia emissions, impacts, and mitigation strategies for poultry production: A critical review // Journal of Environmental Management. 2023. Vol. 328: 116919. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116919.
8. Gržinić G., Piotrowicz-Cieślak A., Klimkowicz-Pawlas A., Górny R.L., Ławniczek-Wałczyk A., Piechowicz L., Olkowska E., Potrykus M., Tankiewicz M., Krupka M., Siebielec G., Wolska L. Intensive poultry farming: A review of the impact on the environment and human health // Science of The Total Environment. 2023. Vol. 858, Part 3: 160014. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160014.
9. Паишева О.В., Умарова Н.Н., Исмаилова Р.Н., Горюнова С.М. Анализ отходов птицеводческого комплекса Республики Татарстан и оценка возможности их вторичного использования // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 13. С. 209–212 [Paisheva O.V., Umarova N.N., Ismailova R.N., Goryunova S.M. Waste analysis of the poultry complex of the Republic of Tatarstan and assessment of the possibility of their secondary utilization // Technological University Bulletin. 2015. Vol. 18. No. 13. P. 209–212].
10. Castellini C., Dal Bosco A. Animal Welfare and Poultry Meat in Alternative Production Systems (and Ethics of Poultry Meat Production) // Poultry Quality Evaluation. 2017. Chapter 14. P. 335–357. DOI: 10.1016/b978-0-08-100763-1.00014-3.
11. Rocchi L., Paolotti L., Rosati A., Boggia A., Castellini C. Assessing the sustainability of different poultry production systems: a multicriteria approach. Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 211. P. 103–114. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.11.013.
12. Сулейманов А.М. Эффективные композиционные материалы строительного назначения // Полимерные композиционные материалы нового поколения для гражданских отраслей промышленности: Сборник докладов научной конференции.

- М.: Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов. 2015. С. 14 [Suleymanov A.M. Effective composite materials for construction purposes // Polymer composite materials of new generation for civil engineering industries: Collection of reports of the scientific conference. Moscow: All-Russian Research Institute of Aviation Materials. 2015. P. 14].
13. Сулейманов А.М., Каюмов Р.А. Моделирование работы, старения и разрушения конструкционных полимерных композиционных материалов в условиях эксплуатации // Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений: VIII-й международный симпозиум, Тамбов. 2023. С. 409–410 [Suleymanov A.M., Kayumov R.A. Modeling of operation, aging and destruction of structural polymer composite materials under operating conditions // Actual problems of computer modeling of structures and buildings: VIII International Symposium, Tambov. 2023. P. 409–410].
 14. Singh P., Sheikh J., Behera B.K. Metal-faced sandwich composite panels: A review // Thin-Walled Structures. 2024. Vol. 195. 111376. DOI: 10.1016/j.tws.2023.111376.
 15. Афонин К.В. Снижение капитальных затрат при строительстве зданий из сэндвич-панелей // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. 2020. № 2. С. 41–49 [Afonin K.V. Reduction of capital costs in sandwich panel construction of buildings // Transportation and Engineering in Western Siberia. 2020. No. 2. P. 41–49].
 16. Chinarov V.I., Tikhomirov A.I., Morozov N.M. The Concept of Technological Import Substitution and Modernization of Livestock in Russia // Studies in Systems, Decision and Control. 2021. Vol. 283. P. 473–481. DOI: 10.1007/978-3-030-58823-6_53.
 17. Морозов Н.М. Направления технического прогресса в механизации и автоматизации животноводства и эффективность их применения // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 2–5. [Morozov N.M. Directions of technical progress in mechanization and automation of livestock farming and the effectiveness of their application // Machinery and equipment for rural area. 2022. No. 12 (306). P. 2–5]. DOI 10.33267/2072-9642-2022-12-2-5.
 18. Цындрина Ю. Развитие птицеводства: рост спроса и импортозамещение // Животноводство России. 2024. № 1. С. 12–14 [Tsyndrina Y.U. Poultry production development: increase in demand and import replacement // Livestock farming in Russia 2024. No. 1. P. 12–14].

Информация об авторах

Сибгатуллина Лейсан Шамилевна, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: leiseb@mail.ru

Альбина Гомеровна Хабибулина, кандидат экономических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.

E-mail: albgomer@mail.ru

Сибгатуллин Айрат Маратович, главный инженер, ООО «ПЦ Град», г. Казань, Российская Федерация

Email: air-sib@yandex.ru

Information about the authors

Leysan Sh. Sibgatullina, candidate of technical sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

E-mail: leiseb@mail.ru

Albina G. Khabibulina, candidate of economic sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

E-mail: albgomer@mail.ru

Ayrat M. Sibgatullin, chief engineer, LLC «PTs Grad», Kazan, Russian Federation

E-mail: air-sib@yandex.ru