



НИУ МГСУ  
ДОННАСА – филиал НИУ МГСУ



**Согласовано:**  
директор управления научно-  
исследовательской  
деятельности и  
инноваций  
\_\_\_\_\_ В.Ф. Мущанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025

**Утверждаю:**  
Директор ДОННАСА –  
Филиала НИУ МГСУ

\_\_\_\_\_ Н.М. Зайченко  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

**ОТЧЕТ**  
о научной работе кафедры

**Металлические конструкции и сооружения**

за 2025 год

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Горохов Е.В.  
Подпись ФИО

Утверждено на заседании кафедры «Металлические конструкции и сооружения»

« \_\_18\_\_ » \_\_декабря\_\_ 2025г., протокол № 5

Макеевка 2025

## **1. Адрес**

Макеевка, ул. Державина, 2, «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», кафедра МКиС.

## **2. Руководитель**

Заведующий кафедрой – профессор, доктор технических наук Горохов Евгений Васильевич.

## **3. Состав кафедры**

Штатные сотрудники:

- профессора – 2;
- доценты – 7;
- старшие преподаватели – 1;
- ассистенты – 1;
- преподаватели стажеры – нет.

Совместители внешние:

- профессора – нет;
- доценты – нет;
- старшие преподаватели – нет;
- ассистенты – нет;
- преподаватели стажеры – нет.

Совместители внутренние:

- профессора – нет;
- доценты – нет;
- старшие преподаватели – нет;

- ассистенты – нет;
- преподаватели стажеры – нет.

Докторанты – 1.

Аспиранты – 2.

Соискатели – нет.

Штатные научные сотрудники – нет.

#### **4. Приоритетные направления научных исследований**

1. Совершенствование конструктивных решений зданий и сооружений на основе диагностики и мониторинга остаточного ресурса, численных и экспериментальных исследований действительной работы, математического моделирования режима эксплуатации.

2. Создание эффективных методов формообразования и обеспечения надежности строительных металлоконструкций на основе использования новых информационных технологий в процессе проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации.

3. Разработка новых подходов к проектированию и повышению надежности электросетевых конструкций на основе экспериментально-теоретических методов.

4. Совершенствование конструктивных форм, разработка методов расчета и обслуживания специальных высотных сооружений с учетом особенностей их действительной работы.

5. Исследование конструктивных формы рамных трубобетонных узлов многоэтажных зданий, разработка инженерных методов их расчета на основе численных и экспериментальных исследований.

6. Формообразование и проектная надежность для новых конструктивных решений в виде пространственных стержневых и листовых металлических оболочек большепролетных конструкций зданий и сооружений.

### **5. Консультативные и инженерные услуги, предлагаемые кафедрой**

При кафедре действуют следующие специализированные и научно-производственные центры:

1. ЛИСКиС – Лаборатория испытаний строительных конструкций и сооружений, научный руководитель к.т.н., проф. Васылев В.Н.

2. ДДЦ – Донбасский Диагностический центр, руководитель – Мишура С.Н.

3. СНПЦ КЭС – Специализированный научно-производственный центр конструкций электросетевого строительства, научный руководитель к.т.н., доц. Бакаев С.Н.

4. СНПЦ АПР – Специализированный научно-производственный центр «Академпромжилреконструкция», научный руководитель д.т.н., проф. Губанов В.В.

### **Основные сведения о результатах деятельности научных лабораторий и инженерных центров кафедры**

№ п/п	Наименование структурного подразделения	Участие в х/д тематике ( руб. с НДС)		
		К-во тем	Объем вып. работ	Профинансировано
1	ДДЦ	«Обследование трех пустотных плит с определением возможности	100660.55	100660.55

		установки дополнительного оборудования в здании, расположенном по адресу: г. Донецк, пр. Садовый, д. (ОКПД-2 71.12.11.900)»		
2	ЛИСКИС	«Работы, по разработке комплекта технической документации анкерно-угловой опоры У220-2Т с подставками +5, +9, +14 (проект №5736ТМ-Т4) на основании монтажной схемы У220.2Р.0000.000 МС ЗАО «Донецкий завод высоковольтных опор», 2007 г.»	858000.00	858000.00
	<b>Всего</b>			<b>958660.55</b>

## **6. Описание основных, наиболее интересных научных и практических разработок, выполненных за отчетный период**

### **1. Расчет анкерно-угловых, промежуточных опор лэп высоковольтных линий напряжением 110 кВ в сейсмически опасных районах республики Крым**

#### **Характеристика объекта**

Двухцепные высоковольтные линии (ВЛ) напряжением 110 кВ: «ПС Севастополь – ПС10» и «ПС 10 – ПС Заря», расположенные в Республике Крым РФ. Для данных ВЛ выполнялся проверочный расчет на сейсмические воздействия в 9 баллов следующих типов опор:

#### **Целью проверочного расчета являлось:**

- определение максимальных расчетных усилий в наиболее напряженных элементах опор при сейсмическом воздействии 9 баллов;
- сравнение расчетных усилий от сейсмических воздействий с несущей способностью элементов опоры.

#### **Заключение по результатам расчета**

1. Для всех типов опор наиболее опасным направлением сейсмического воздействия является горизонтальное, в плоскости наименьшей изгибной жесткости ствола опор.

2. Наиболее устойчивыми для строительства ВЛ с 9-ти бальным сейсмическим воздействием оказались анкерно – угловые опоры У220-2+14, У110-2+9 и промежуточная железобетонная опора ПБ110-8 с минимальными запасами несущей способности для:

- У220-2+14,  $\Delta = 24,7 \%$ ;
- У110-2+9,  $\Delta = 41,1 \%$ ;
- ПБ110-8,  $\Delta = 14,9 \%$ .

3. Несущая способность промежуточных опор П220-2 и П110-6 для строительства ВЛ в районах с 9-ти бальным сейсмическим воздействием не обеспечивается вследствие перегруза раскосов траверс, расположенных в их горизонтальной плоскости. При этом, перегруз опор составляет:

- для П220-2,  $\Delta = 24,2 \%$ ;
- для П110-6,  $\Delta = 21,2 \%$ .

Для остальных элементов минимальные запасы несущей способности составляют:

- $\Delta = 12,3 \%$  для раскосов средней секции опоры П220-2;
- $\Delta = 2,6 \%$  для поясов верхней секции опоры П110-6.

4. Обеспечить несущую способность промежуточных опор П220-2 и П110-6 в районах с высокой сейсмичностью возможно путем увеличения сечения раскосов траверс в их горизонтальной плоскости

## **2. Система организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла**

Рассмотрены современные проблемы, связанные с организацией технического надзора за состоянием электросетевых сооружений и созданием информационной модели объекта для управления качеством эксплуатации высоковольтных линий (ВЛ) с целью оптимизации затрат на обеспечение безаварийной работы.

Для систематизированного управления финансовыми и материальными ресурсами при проведении ремонтных работ и реконструкции предложена организационная схема управления технологической безопасностью ВЛ. Охарактеризованы блоки данной системы: блок данных о воздушной линии; блок учета несовершенств; технической информации; учета инженерно-геологических условий строительства; сбора и обработки метеоданных; сбора и учета информации об авариях и отключениях; обработки и анализа всех собранных данных и принятия решений по обеспечению технологической и эксплуатационной безопасности воздушной линии.

Уточнены некоторые положения оценки экономической эффективности функционирования электросетевых объектов в части выделения групп показателей эксплуатационных качеств (ПЭК) и уточнения экономического эффекта вследствие увеличения (сокращения) межремонтных сроков на основе моделирования отклонений первоначальных значений ПЭК по данным мониторинга технического состояния.

### **Выводы.**

1. Одним из основных достоинств данной системы является оперативность сбора и работы с информацией, распределенной на больших территориях, что особенно важно при аварийных ситуациях. Так информация с метеопостов используется для оперативного реагирования и перевода линий в режим плавки гололеда.

2. Создание информационной модели (Building Information Modelii) делает возможным оптимизировать стоимость объекта не только на стадии проектирования и строительства, но и сопровождать контроль технического состояния, планирование реконструкции и капитальных ремонтов, уточнение сроков их проведения, оценку затрат на бесперебойное функционирование

**2. Восстановление жилого дома, расположенного по адресу: Российская Федерация, ДНР, м.о. Ясиноватский, г. Ясиноватая, микрорайон Зорька, д.19».**

- Географическая широта (град с. ш.) – 47.106296;
- Класс ответственности в соответствии с ГОСТ 27751-2014 – КС2 (нормальный);
- Класс функциональной пожарной опасности – Ф1.3 (многоквартирные жилые дома), согласно ст.32 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Площадь застройки 525.09 м<sup>2</sup>

Строительный объем 15009.14 м<sup>3</sup>

Общая площадь здания 3491 м<sup>2</sup>

Этажность 9 надземных;

1 подземный (подвал)

Технический этаж

На момент проведение работ по обследованию (май-июнь 2025 г.) первая секция здания не заселена, вторая секция здание эксплуатируется по назначению. Ситуационный план приведен на рисунке 1.

Многоквартирный жилой дом представляет собой прямоугольное в плане здание, состоящее из двух секций по одному подъезду в каждой секции, с размерами в осях «1-16» рядах «А-Г» 46.550x12.000 м. Здание имеет девять надземных этажей, технический этаж, подвал. Для доступа в здание предусмотрено два подъезда (парадные), расположенные по оси «В». Вход в подвал обеспечивается в каждой секции через вход в подлестничном пространстве и в торцах здания. Подвал и технический этаж не имеет сквозного прохода из секции в секцию. Максимальная отметка кровли здания составляет +29.000 м. За отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа.

Первый этаж в осях «11-13» по рядам «А-Б» используется как коммерческие помещения с отдельными входными группами. Высота помещений надземной части здания составляет 2,500 м. Под всем зданием предусмотрен подвал. Высота помещений подземной части здания переменная и составляет 2,400-2,800 м. Доступ на этажи здания



осуществляется через лестничные марши. По фасадам предусмотрены балконы.

Здание выполнено по бескаркасной конструктивной схеме с несущими продольными и поперечными стенами. Стены панельные, сборные. Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость здания обеспечена совместной работой стен и жестким диском покрытия и перекрытия, представляющего собой сборные железобетонные плиты и систему железобетонных ферм. Часть здания в осях «14-16» выполнена из монолитного железобетона с утеплением наружного фасада минераловатными плитами толщиной 100 мм.

Фундамент здания ленточный, из крупных бетонных панелей фундаментных подушек, толщиной 400 мм. Вскрытие фундамента и проходка шурфов производились согласно схемы расположения шурфов.

При обследовании конструкций фундаментов не выявлены деформации просадочного характера. Однако в подвале второй секции (оси «1-8») обнаружено скопление воды, фекалий. В данном случае требуется ремонт инженерных сетей (канализация, водопровод, отопление), факторов, влияющих на восприятие существующих нагрузок от здания конструкцией фундамента, а именно исключить протечки инженерных сетей и намокание оснований ввиду отсутствия отмостки.

При обследовании конструкций фундамента дефекты и повреждения не выявлены.

Между поперечными осями «11-13» междуэтажные перекрытия выполнены монолитными толщиной 160 мм. Согласно проведенным испытаниям по определению прочности бетона, марка бетона перекрытия соответствует классу В20. В остальной части здания используются сборные железобетонные плиты размером на ячейку, толщиной 220 мм. Глубина опирания плит на несущие стены составляет 80-100 мм.

Перекрытия на техническом этаже утеплены минераловатными плитами. Изначальная толщина минераловатных плит, предположительно, 50

мм. В Настоящий момент в результате намокания, выветривания, слеживаяния, остаточная толщина плит не более 30 мм. Сверху плиты засыпаны слоем доменного шлака толщиной 70 мм.

При обследовании конструкций покрытие и перекрытия выявлены следующие дефекты и повреждения:

Крыша, кровля и выходы на кровлю.

Крыша здания на отметке +27.000 – плоская с внутренним организованным водостоком. В секции один (оси «1-8») водосточные воронки повреждены взрывом. В секции два (оси «9-16») установлена одна воронка. Воронка заполнена мусором, что затрудняет отток воды. Технический этаж расположен на отметке + 25.200, имеет максимальную высоту в свету 1,50 м.

Оценка категории технического состояния выполнена на основании проведенного комплекса обследований (визуального и инструментального), в соответствии с требованиями п. 5.1.5 ГОСТ 31937-2011.

В соответствии с ч. 2 статьи 5 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» обнаруженные дефекты и повреждения строительных конструкций оказывают влияние на безопасность здания и часть из них являются критическими.

Категория технического состояния строительных конструкций многоквартирного жилого дома, расположенного по адресу: РФ, ДНР, м.о. Ясиноватский, г. Ясиноватая, микрорайон Зорька, д.19. оценивается как ограниченно-работоспособная, за исключением участка стен и плит покрытия, кровельного ковра «11-14/А-Б», которые оцениваются как аварийные.

Для возобновления нормальной эксплуатации здания рекомендовано:

- Восстановить армирование плиты перекрытия в повреждения в результате взрыва.
- Выполнить усиление перемычек стальными обоями;
- Восстановить защитный слой бетона плит покрытия;

- Выполнить демонтаж и устройство элементов жесткости покрытия;
- Обустроить конструкцию плоской кровли с использованием в качестве гидроизоляционного слоя полимерной мембраны.

## **7. Участие в международных научных проектах и программах**

Кафедра МКиС участие в международных научных проектах и программах не принимала.

## **8. Научное сотрудничество с организациями, в том числе международными**

### ***1. Научное сотрудничество, совместное участие в конференциях, подготовка и публикация материалов по результатам исследований:***

- Участие в VI Национальной научной конференции «Актуальные проблемы строительной отрасли и образования-2025» (25 декабря 2025 года) проводимая в целях повышения публикационной активности, дальнейшего совершенствования научно-исследовательской и учебно-преподавательской деятельности. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва. Тема доклада «Лаборатория строительной аэродинамики ее роль в стратегии развития строительной отрасли». [https://mgsu.ru/science/Nauchniye\\_meropr/](https://mgsu.ru/science/Nauchniye_meropr/)

- Участие в международной научно-практической конференции «Международная молодёжная школа «Инженерия - XXI»» на базе филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова" в г. Новороссийске, 15-18 апреля 2025года. Тема доклада «Применение мембранно-шпренгельных систем для покрытий производственных зданий».

<https://bgtu-nvrsk.ru/uploads/673b386e78968doc1771484591/682c3413c6fd6.pdf?ysclid=mjl75l8k81132177585>

- Участие в XXIV Международной научно-практической конференции «Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий» на базе ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, 24 апреля 2025 года. Тема доклада «Лаборатория строительной аэродинамики ее роль в стратегии развития строительной отрасли».

[https://donnasa.ru/docs/nik/nauchnye\\_konferencii/stroitelstvo\\_i\\_arhitektura-2025/programma\\_foruma\\_2025.pdf](https://donnasa.ru/docs/nik/nauchnye_konferencii/stroitelstvo_i_arhitektura-2025/programma_foruma_2025.pdf)

- Организация, проведение и участие в XI Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной архитектурной отрасли», проводимая в рамках IX Всероссийского строительного форума «Строительство и архитектура» на базе ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, 24-26 апреля 2025 года. Темы докладов: «Напряженно-деформированное состояние подкрановых балок с трубобетонным верхним поясом»; «Легкие рамные конструкции из гнутых профилей»; «Концентрация напряжений в зоне жестких упоров сталежелезобетонных пролетных строений мостовых сооружений»; «Конструктивное решение технологичной стальной фермы повышенной эксплуатационной надежности»; «Реконструкция покрытий производственных зданий с использованием мембраннопанельных систем»; «Численное исследование узлов деревянных ферм с соединениями на металлических зубчатых пластинах»; «Анализ влияния конструктивных решений на пространственную работу большепролетного стержневого покрытия на криволинейном плане»; «Особенности проектирования бункера с учетом требований Российских и зарубежных»; «Организация надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла»;

«Разработка программы интерполяции в программной среде «Python» применительно к расчету металлических конструкций». [https://donnasa.ru/docs/nik/nauchnye\\_konferencii/stroitelstvo\\_i\\_arhitektura-2025/programma\\_foruma\\_2025.pdf](https://donnasa.ru/docs/nik/nauchnye_konferencii/stroitelstvo_i_arhitektura-2025/programma_foruma_2025.pdf)

## ***2. Повышение научной квалификации путем участия в международных программах и образовательной деятельности:***

– обучение по программе повышения квалификации «Обучение методикам реализации образовательных программ для инвалидов и лиц с ОВЗ» на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, март-апрель 2025 г. Обучение прошли Губанов В.В., Роменский И.В., Мионов А.Н., Оленич Е.Н., Смирнова Н.С., Титков С.О., Анищенко В.М.

– обучение по программе повышения квалификации «Совершенствование профессиональной компетентности преподавателей образовательных организаций высшего профессионального образования» на базе «Донбасской национальной академии строительства и архитектуры» - филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Макеевка, с 20 октября по 11 ноября 2025 год. Обучение прошла доцент кафедры МКиС Смирнова Н.С.

## **9. Госбюджетные НИР**

**Тема:** Повышение долговечности и снижение стоимости технического обслуживания зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях.

**Руководитель темы:** д.т.н., проф. Горохов Е.В.

**Срок выполнения:** начало – 02.01.2023 г.; окончание – 31.12.2025 г.

**По кафедре МКиС выполнены следующие разделы темы:**

**Раздел 5.**

**Тема:** Оценка технического состояния воздушных линий электропередачи, открытых распределительных устройств и опор под оборудование на подстанциях Донбасса на основе диагностики и мониторинга остаточного ресурса и действительной работы конструкций.

**Руководитель темы:** д.т.н., проф. Горохов Е.В.

**Срок выполнения:** начало – 02.01.2023 г.; окончание – 31.12.2025 г.

**По кафедре МКиС выполнены исследования**

**Объектом исследования** являются:

- конструкции высоковольтных опор, ОРУ, ЗРУ

**Цель работы:**

- натурное освидетельствование эксплуатируемых и поврежденных конструкций опор линий электропередач, ОРУ и ЗРУ,

- проверка экспериментальным путем несущей способности элементов и ствола узкобазой опоры П10ГИ-4М ВЛ 10кВ в целом от расчетных нагрузок, определение горизонтальных и вертикальных перемещений верха ствола опоры на соответствие требованиям второй группы предельных состояний;

- по результатам обследования выполнены проверочные расчеты с учетом действительного коррозионного износа для определения остаточного ресурса конструкции.

За 2025 г. **выполнено:**

- анализ обследований трасс прохождения электросетей, выявлены дефекты и повреждения опор ВЛ Приведены систематизированные данные по дефектам и повреждениям, образовавшимся в результате физического износа конструкций высоковольтных линий и сооружений. На основании проведенных исследований получены данные о состоянии электросетевых конструкций Донбасса;

- разработка системы организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла с дальнейшим использованием в BIM моделировании;

- в процессе работы выполнены численные исследования, базирующиеся на применении расчетных комплексов, а также выполнены экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния на моделях исследуемых конструкций.

В результате исследований созданы теоретические основы по предоставлению экспертной информации для дальнейшего создания BIM модели объекта.

## **Раздел 7.**

**Тема:** Совершенствование методов технического обслуживания специальных высотных сооружений

**Руководитель раздела:** д.т.н., проф. Губанов В.В.

**Объект исследования:**

– высотные сооружения с металлическим каркасом: решетчатые башни, дымовые трубы, вытяжные башни, мачты на оттяжках, водонапорные башни и градирни.

**Цель работы:**

– разработка рекомендаций по технической эксплуатации высотных сооружений на основании комплексного учета особенностей повреждаемости конструкций, процессов износа и методов повышения несущей способности и долговечности.

В процессе работы планируется выполнение следующих задач:

- анализ методов технического обслуживания высотных сооружений, способов диагностики и оценки остаточного ресурса
- разработка методологических основ оценки технического состояния металлических конструкций
- методология прогнозирования несущей способности;
- разработка принципов прогнозирования технического состояния на основании результатов исследования геометрических характеристик, дефектов и повреждений существующих конструкций;
- разработка теоретических стоимостных моделей технического обслуживания;
- разработка методов выбора эффективных мероприятий по техническому обслуживанию для обеспечения требуемой долговечности.
- изучения влияния общего износа на динамическую реакцию и напряженно-деформированное состояние;
- численное моделирование узлов сооружений с дефектами и повреждениями, определение эффективных параметров усиления при необходимости повышения несущей способности;
- разработка рекомендаций по ранжированию опасности повреждений для использования в процедуре оценки технического состояния.

За 2025 г. **выполнено:**

1. Разработаны конструктивные решения высотных сооружений с металлическим каркасом, которые эксплуатируются в условиях износа и восстановления, включающие элементы, повышающие эффективность обслуживания и снижающие трудоемкость работ по ремонту: площадки для



доступа к ответственным узлам, лестницы, узлы крепления монтажной оснастки. При назначении конструктивных решений следует учитывать принятую стратегию технического обслуживания.

2. Определены и проанализированы принципы подбор сечений элементов высотных сооружений и средства противокоррозионной защиты следует выполнять на основании оптимизации стратегий обслуживания и принятого в результате этого коэффициента запаса. Поддержание надежности для обеспечения требуемого срока службы осуществляется путем выполнения ремонтных мероприятий, выполняемых в объеме и последовательности согласно принятой стратегии.

3. Разработаны мероприятия по обслуживанию высотных сооружений в процессе жизненного цикла, которые должны осуществляться на основании специального раздела проектной документации «Техническая эксплуатация», в состав которого входят график выполнения работ по контролю и ремонту, технологическая документация на выполнение работ по ремонту, инструкция по эксплуатации.

4. Предложена методика составления инструкции по обслуживанию, которая определяет правила надзора, основные параметры сооружения, характеризующие уровень НДС и способы их контроля.

5. Получены результаты по прогнозированию для высотных сооружений с металлическим каркасом, позволяющие определить остаточный срок службы по всем критериям, определяющим надежность сооружений в рамках метода предельных состояний. На основании проверки соответствия остаточного срока службы требуемому осуществляется планирование мероприятий по ремонту и усилению.

Подробное изложение **результатов исследований** содержит:

– «Отчет о научно-исследовательской работе: Повышение долговечности и снижение стоимости технического обслуживания зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях по теме: Анализ

теоретических вопросов оценки и прогнозирование технического состояния, разработка методов моделирования зданий и сооружений при статическом и динамическом расчетах с учетом дефектов и повреждений») за 2025 г.

## **10. Кафедральные НИР**

### **1. Тема НИР:**

«Разработка методов формообразования, расчета и обеспечения надежности зданий и сооружений с металлическим каркасом на основе выполнения численных и экспериментальных исследований».

**2. Руководитель темы:** д.т.н., проф. Горохов Е.В.

**3. Номер государственного учета НИОКТР:** 0121D000082

**4. Номер учетной карточки заключительного отчета**

### **5. Название высшего учебного заведения**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет».

**6. Срок выполнения:** начало – 1.01.2021 г.; окончание – 31.12.2025 г.

### **Задание 1**

### **7. Предмет исследования**

- техническое состояние опор воздушных линий электропередачи;
- показатели гололедно-ветровых нагрузок и воздействий, которые используются при оценке технического состояния воздушных линий (ВЛ), их влияние на надежность эксплуатируемых ВЛ.

## **8. Объект исследования**

- металлические конструкции опор воздушных линий электропередачи; конструкции ОРУ, ЗРУ;
- гололедно-ветровые и аварийные нагрузки на электросетевые конструкции.

## **9. Суть процесса исследования**

Решение проблемы эксплуатационной надежности при проектировании и реконструкции ВЛ на основе определения ресурса объекта, а также создание единой системы оценки показателей ресурса.

Разработка и совершенствование методических основ определения технического состояния электросетевых конструкций на основании мониторинга и моделирования действия гололедно-ветровых нагрузок и воздействий на воздушные линии электропередачи с учетом влияния дефектов и повреждений.

Определение максимальных расчетных усилий в наиболее напряженных элементах опор при сейсмическом воздействии 9 баллов и сравнение расчетных усилий от сейсмических воздействий с несущей способностью элементов опоры.

Численное и аналитическое моделирование конструкции опор высоковольтных линий с учетом имеющихся дефектов, повреждений и отклонений конструктивной формы.

Аспектом определения технического состояния электросетевых конструкций является создание единой методики для оценивая технического состояния объектов воздушных линий электропередачи, которая

основывается на единых подходах к обследованию опор и других конструктивных элементов ВЛ, таких как токопроводящие элементы, громоотвод, изоляторы, линейная арматура, заземляющие устройства.

Формирование требований к организации контроля технического состояния ВЛ (осмотров, обследований), определение характеристик материала конструкций, определение расчетных нагрузок на воздушные линии, перерасчет опор и конструктивных элементов воздушных линий по данным натурных обследований с учетом накопления несовершенств.

## **10. Основные научные результаты**

1. По результатам расчета в программном комплексе было установлено, что характеристика безопасности для анкерно-угловой опоры У220-2+9 с дефектом решетки в виде выгиба на сжатый элемент составляет – 9,32, в виде выгиба на растянутый элемент составляет – 6.0

2. По результатам проверочного расчета напряженного состояния для всех типов опор наиболее опасным направлением сейсмического воздействия является горизонтальное, в плоскости наименьшей изгибной жесткости ствола опор.

3. Наиболее устойчивыми для строительства ВЛ с 9-ти бальным сейсмическим воздействием оказались анкерно – угловые опоры У220-2+14, У110-2+9 и промежуточная железобетонная опора ПБ110-8 с минимальными запасами несущей способности для:

- У220-2+14,  $\Delta = 24,7 \%$ ;
- У110-2+9,  $\Delta = 41,1 \%$ ;
- ПБ110-8,  $\Delta = 14,9 \%$ .

4. Несущая способность промежуточных опор П220-2 и П110-6 для строительства ВЛ в районах с 9-ти бальным сейсмическим воздействием не обеспечивается вследствие перегруза раскосов траверс, расположенных в их горизонтальной плоскости. При этом, перегруз опор составляет:

- для П220-2,  $\Delta = 24,2 \%$ ;
- для П110-6,  $\Delta = 21,2 \%$ .

Для остальных элементов минимальные запасы несущей способности составляют:

- $\Delta = 12,3 \%$  для раскосов средней секции опоры П220-2;
- $\Delta = 2,6 \%$  для поясов верхней секции опоры П110-6.

5. Обеспечить несущую способность промежуточных опор П220-2 и П110-6 в районах с высокой сейсмичностью возможно путем увеличения сечения раскосов траверс в их горизонтальной плоскости.

### **11. Работали над кандидатскими диссертациями:**

**12. В работе принимали участие:** 1 - магистрант, 1 - студент.

### **13. Цель и предмет работы**

Цель работы:

- определение максимальных расчетных усилий в наиболее напряженных элементах опор при сейсмическом воздействии 9 баллов и - сравнение расчетных усилий от сейсмических воздействий с несущей способностью элементов опоры;
- решение проблемы эксплуатационной надежности при проектировании и реконструкции ВЛ на основе определения ресурса объекта, а также создание единой системы оценки показателей ресурса с возможностью создания информационной модели (Building Information Modelii) которая делает возможным оптимизировать стоимость объекта не только на стадии проектирования и строительства, но и сопровождать контроль технического состояния, планирование реконструкции и капитальных ремонтов, уточнение сроков их проведения, оценку затрат на

бесперебойное функционирование объекта, т.е. осуществлять эффективное управления жизненным циклом

#### **14. Перечень основных заданий**

Основные задачи:

- разработка системы организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла, позволяющая оперативно собирать и обрабатывать информацию, распределенную на больших территориях, что особенно важно при аварийных ситуациях. Так информация с метеопостов используется для оперативного реагирования и перевода линий в режим плавки гололеда;
- определение максимальных расчетных усилий в наиболее напряженных элементах опор при сейсмическом воздействии 9 баллов;
- сравнение расчетных усилий от сейсмических воздействий с несущей способностью элементов опоры.

**Проблемы,** которые решаются реализацией работы:

- определение напряженно-деформируемого состояния основных конструктивных элементов опор ВЛ;
- определение максимальных расчетных усилий в наиболее напряженных элементах опор при сейсмическом воздействии 9 баллов;
- сравнение расчетных усилий от сейсмических воздействий с несущей способностью элементов опоры;
- усовершенствование системы организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла ВЛ.

#### **15. Реализация заданий работы**

Для систематизированного управления финансовыми и материальными ресурсами при проведении ремонтных работ и реконструкции предложена

необходима организационная схема управления технологической безопасностью ВЛ.

Основная масса аварий электросетевых конструкций происходит из-за несвоевременно проведенных работ по восстановлению дефектов и повреждений, полученных как в результате неправильного монтажа, так и процесса эксплуатации.

Анализ проблем в области передачи электроэнергии указывает на то, что подобная ситуация сегодня существует на всей территории страны. Это подтверждает необходимость более системного подхода к обеспечению надежности и безопасности ВЛ, а также усиления контроля и профилактических мер по всем этапам эксплуатации электрических сетей.

Постоянный мониторинг и анализ данных о повреждениях и отказах позволяют выявлять тенденции и прогнозировать потенциальные проблемы, что помогает разработать эффективные стратегии предотвращения отказов и повышения надежности системы. Такой подход позволяет улучшить безопасность и надежность электроснабжения, а также оптимизировать затраты на обслуживание и ремонт системы ВЛ.

Организация управления технологической безопасностью ВЛ структурирована следующим образом:

1. Основанную на процессном подходе систему технического обслуживания и надзора, которая подлежит управлению и постоянному введению современных методов диагностики. Эта система включает в себя набор принципов, методов и средств, используемых для обеспечения надлежащего состояния и контроля конструкций.

2. Систематизированное управление финансовыми и материальными ресурсами при проведении ремонтных работ и реконструкции. Эта система позволяет быстро и эффективно восстановить функциональность линий электропередачи после отказов или аварий.

## **16. Основные научные результаты:**

1. В результате анализа расчетов определено, что для всех типов опор наиболее опасным направлением сейсмического воздействия является горизонтальное, в плоскости наименьшей изгибной жесткости ствола опор.

Наиболее устойчивыми для строительства ВЛ с 9-ти бальным сейсмическим воздействием оказались анкерно – угловые опоры У220-2+14, У110-2+9 и промежуточная железобетонная опора ПБ110-8 с минимальными запасами несущей способности для:

- У220-2+14,  $\Delta = 24,7 \%$ ;
- У110-2+9,  $\Delta = 41,1 \%$ ;
- ПБ110-8,  $\Delta = 14,9 \%$ .

Несущая способность промежуточных опор П220-2 и П110-6 для строительства ВЛ в районах с 9-ти бальным сейсмическим воздействием не обеспечивается вследствие перегруза раскосов траверс, расположенных в их горизонтальной плоскости. При этом, перегруз опор составляет:

- для П220-2,  $\Delta = 24,2 \%$ ;
- для П110-6,  $\Delta = 21,2 \%$ .

Для остальных элементов минимальные запасы несущей способности составляют:

- $\Delta = 12,3 \%$  для раскосов средней секции опоры П220-2;
- $\Delta = 2,6 \%$  для поясов верхней секции опоры П110-6.

Обеспечить несущую способность промежуточных опор П220-2 и П110-6 в районах с высокой сейсмичностью возможно путем увеличения сечения раскосов траверс в их горизонтальной плоскости.

5. Предложенная система организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла обладает возможностью оперативности сбора и работы с информацией, распределенной на больших территориях, что особенно важно при аварийных ситуациях.



## **17. Преимущество этой работы над другими имеющимися аналогами**

Предложенная система организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла обладает возможностью оперативности сбора и работы с информацией, распределенной на больших территориях, что особенно важно при аварийных ситуациях. Так информация с метеопостов используется для оперативного реагирования и перевода линий в режим плавки гололеда, а создание на основе данной системы информационной модели (Building Information Modelii) делает возможным оптимизировать стоимость объекта не только на стадии проектирования и строительства, но и сопровождать контроль технического состояния, планирование реконструкции и капитальных ремонтов, уточнение сроков их проведения, оценку затрат на бесперебойное функционирование объекта, т.е. осуществлять эффективное управления жизненным циклом.

Результаты данного исследования позволяют продлить срок эксплуатации ВЛ, что в свою очередь приводит к уменьшению затрат на новое строительство и к оптимизации затрат на реконструкцию.

Методические аспекты работы позволят внедрить оценку сравнительной экономической эффективности в целях инженерной защиты объектов ВЛ.

## **18. Практическая ценность**

Инвестиционная привлекательность состоит в следующем:

– методы оценки технического состояния опор ВЛ – для проектных институтов Министерства угля и энергетики ДНР; энергетических предприятий, которые эксплуатируют электросетевые магистральные объекты напряжением 220–330 кВ; организаций, которые эксплуатируют распределительные сети напряжением до 150 кВ;

– конструкций ВЛ – для электроснабжающих корпораций при строительстве экономичных и оптимальных опор и участии в международных тендерах;

- оценке сравнительной экономической эффективности строительного объекта.

Практическая ценность:

– выполнение методик определения гололедно-ветровых нагрузок с учетом накопления несовершенств позволяет выполнять расчеты начальной и окончательной несущей способности конструкций ВЛ с учетом процесса обслуживания; выполнять ремонтные мероприятия; повышать надежность и долговечность конструкций электросетевого строительства.

## **19. Ценность результатов для учебно-научной работы**

Введение в учебный процесс в виде:

- определения максимальных расчетных усилий в наиболее напряженных элементах опор при сейсмическом воздействии 9 баллов и сравнение расчетных усилий от сейсмических воздействий с несущей способностью элементов опоры используются при преподавании специальных курсов по строительным конструкциям;

– при подготовке дипломных работ магистрантов по направлению 08.04.01 «Строительство»,

– при подготовке диссертационных работ на получение научных степеней кандидата и доктора технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

## **21. Перечень научных публикаций, докладов на конференциях, семинарах.**

1. [Оржеховский](#) А.Н. Проектирование стальных решетчатых конструкций линий электропередачи с использованием параметров

надежности на примере анкерно-угловой опоры У220-2+9 / [А. Н. Оржеховский](#), [А. В. Танасогло](#), [И. М. Гаранжа](#), [В. Ф. Мущанов](#), [Н. С. Смирнова](#) . – Текст : электронный // Строительство: наука и образование. – 2025 – Том 15, № 3. –С. 74-90. - [https:// DOI: 10.22227/2305-5502.2025.3.5](https://doi.org/10.22227/2305-5502.2025.3.5)  
<https://www.nso-journal.ru/jour/article/view/288/203>

2. Смирнова, Н.С. система организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла / Н.С. Смирнова, Е.В. Шелихова, Л.Г. Предко – Текст : электронный // Металлические конструкции. – 2025. – Том 31, № 3. – – в печати.

### 3. Доклад на конференции.

Наименование доклада: «Организация надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла»

Дата доклада: 26.04.2025

Место проведения конференции: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка.

Название конференции: XI Республиканская конференция молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли»

Статус конференции: международная

Статус доклада: секционное.

Авторы(ФИО): Смирнова Н.С., Предко Л.Г.

Докладчик (ФИО): Предко Л.Г.

Ссылка на web-страницу: [https://donnasa.ru/?page\\_id=112372&lang=ru](https://donnasa.ru/?page_id=112372&lang=ru)

## 22. Основные выводы

1. Одним из основных достоинств системы организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла является оперативность сбора и работы с информацией, распределенной на больших территориях, что особенно важно при

аварийных ситуациях. Так информация с метеопостов используется для оперативного реагирования и перевода линий в режим плавки гололеда.

2. Создание информационной модели (Building Information Modelii) делает возможным оптимизировать стоимость объекта не только на стадии проектирования и строительства, но и сопровождать контроль технического состояния, планирование реконструкции и капитальных ремонтов, уточнение сроков их проведения, оценку затрат на бесперебойное функционирование объекта, т.е. осуществлять эффективное управления жизненным циклом.

Дальнейшие исследования должны включать:

- исследование количественных параметров износа и прогнозирование остаточного ресурса конструкций ВЛ, ОРУ, ЗРУ, систематизацию дефектов и повреждений;
- разработку информационной модели для проектирования и реконструкции ВЛ с бесперебойным энергоснабжением потребителей.

#### **Результаты патентного поиска:**

1. Пат. 195815 Российская Федерация, МПК H02G 7/16 (2006.01). Устройство борьбы с гололедом на линии электропередачи / Шорохов Н.С., Жалилов А.О.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения» (СамГУПС). – № 2019111817 ; заявл. 18.04.2019; опубли. 06.02.2020, Бюл. № 4. – 3 с. : ил.

2. Пат. 192468 Российская Федерация, МПК E04H12/10 (2006.01). Промежуточная опора для воздушной линии электропередачи / Шибеев Е.А.; заявитель и патентообладатель Шибеева Г.Ю. – № 2019117227 ; заявл. 04.06.2019; опубли. 17.09.2019, Бюл. № 26. – 3 с. : ил.

3. Пат. 210612 Российская Федерация, МПК E04H 12/08 (2006.01). Опора для воздушных линий электропередачи / Касьян Н.С.; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Омский электромеханический

завод». – № 2022101624 ; заявл. 25.01.2022 ; опубл. 22.04.2022, Бюл. № 12. – 3 с. : ил.

4. Пат. 186414 Российская Федерация, МПК E04H 12/10 (2006.01). Узел подвески проводов и грозозащитных тросов на промежуточной опоре воздушной линии электропередачи / Домрачев А.В., Савотин О.А. ; заявитель и патентообладатель ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы», АО «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы», АО «Институт автоматизации энергетических систем». – № 2018129897 ; заявл. 16.08.2018 ; опубл. 21.01.2019, Бюл. № 3. – 3 с. : ил.

**Выводы** о проведенном патентном поиске: имеющиеся патенты, которые распространяются на схожие объекты исследований, не связаны с задачами данного исследования, что обосновывает новизну задания № 1 кафедральной тематики.

## **Задание 2**

### **Тема задания:**

«Совершенствование конструктивных форм, методов проектирования и способов технической эксплуатации высотных зданий и сооружений с учетом их действительной работы и условий эксплуатации».

**Руководитель задания:** д.т.н., проф. Губанов В.В.

### **7. Предмет исследования**

Напряженно-деформированное состояние стальных конструкций и его изменение в процессе эксплуатации вследствие износа и мероприятий по техническому обслуживанию.

### **8. Объект исследования**

Стальные дымовые трубы на оттяжках, решетчатые башни связи, вытяжные башни, мачтовые сооружения, градирни.

## **9. Суть процесса исследования**

– численное и аналитическое моделирование сооружения в целом и его отдельных узлов с учетом имеющихся дефектов, повреждений и отклонений конструктивной формы;

– исследование влияния действующих нагрузок и воздействий, особенностей конструктивной формы, значений количественных параметров, описывающих конструктивное решение, на несущую способность и долговечность сооружений;

– определение влияния методов и методик технического обслуживания, ремонта и повышения несущей способности на остаточный ресурс и надежность;

– разработка методик расчета конструктивных элементов сооружений, рекомендаций по выбору конструктивных решений конфигурации сооружения в целом и отдельных узлов;

– разработка методов надзора, контроля и технического обслуживания для повышения ресурса эксплуатируемых сооружений.

## **10. Основные научные результаты**

Определены качественные и количественные параметры стратегий технического обслуживания, которые подразумевают наличие оптимального варианта обслуживания, при котором обеспечена несущая способность в течение заданного срока службы и минимальны стоимостные показатели. Учитывая, что восстановление есть дискретный процесс, который включает выполнение работ не более 5–7 раз, решение задачи может быть выполнено перебором ограниченного количества вариантов. Ограничение на количество восстановлений следует также из наличия невозстановимого износа, который имеет различную скорость для отдельных структурных элементов

сооружения, а также снижения эффективности последующих усиления, выполняемых на сварных соединениях из-за охрупчивания металла в зонах сварных швов и увеличения концентрации напряжений.

Моделирование стратегий обслуживания включает несколько уровней:

1. Создание структурных моделей представления стратегий в единицах толщины и напряжений.

2. Создание схематического описания стратегий в единицах массы и относительных параметрах массы.

3. Создание моделей стратегий как кусочно-непрерывных функций времени.

Полученные модели изменения параметров сооружений в различных стратегиях технического обслуживания можно обобщить следующим образом:

1. Формализация стратегий в единых единицах напряжений и толщины элементов позволяет с единых позиций рассматривать различные виды износа и типы усиления в рамках жизненного цикла сооружений с обеспечением заданного срока службы.

2. При описании износа и восстановления стратегии выражаются в единицах изменения толщины. Для усиливаемых элементов толщина соответствует действительному сечению, для элементов усиления принимается приведенная толщина:

3. Выражение стратегий в единицах напряжений позволяет задать граничные условия для выполнения работ по усилению, которые определяются на основании проверок по предельным состояниям.

**11. Работали над кандидатскими диссертациями:**

**12. В работе принимали участие:** аспиранты – 0; студенты – 1.

**13. Цель и предмет работы:**

Совершенствование методов расчета, проектирования и технического обслуживания высотных сооружений со стальным каркасом на основе численных и экспериментальных исследований действительной работы на стадиях монтажа, эксплуатации и усиления.

#### **14. Перечень основных заданий:**

- анализ информации из научных источников по тематике проводимых исследований и разработка основных положений методологии теоретических исследований;
- создание алгоритмов и методик для выполнения численных и экспериментальных исследований процессов износа и восстановления высотных сооружений;
- натурные исследования особенностей повреждаемости конструкций дымовых труб и башен;
- исследование влияния дефектов и повреждений на напряженно-деформированное состояние высотных сооружений со стальным каркасом;
- разработка эффективных конструктивных и организационных решений по восстановлению несущей способности и обеспечению долговечности дымовых труб;
- разработка новых конструктивных решений башен с учетом условий эксплуатации, особенностей износа и эффективности выполнения мероприятий по технической эксплуатации.

#### **15. Реализация заданий работы:**

Актуальность: исследование действительной работы и напряженно-деформированного состояния высотных сооружений необходимо вследствие:

- широкой распространенности высотных сооружений данного типа;
- наличие значительного многообразия конструктивных решений и условий эксплуатации;



- высокого уровня их ответственности вследствие расположения в городской застройке или вблизи опасных производств на промышленных предприятиях;
- повышенного коррозионного и температурного износа несущих конструкций, приводящего к снижению несущей способности и опасности обрушения;
- необходимости обеспечения безопасности, продления срока службы или замены существующих сооружений.

## **16. Основные научные результаты**

Определены качественные и количественные параметры стратегий технического обслуживания, которые подразумевают наличие оптимального варианта обслуживания, при котором обеспечена несущая способность в течение заданного срока службы и минимальны стоимостные показатели. Учитывая, что восстановление есть дискретный процесс, который включает выполнение работ не более 5–7 раз, решение задачи может быть выполнено перебором ограниченного количества вариантов. Ограничение на количество восстановлений следует также из наличия невозстановимого износа, который имеет различную скорость для отдельных структурных элементов сооружения, а также снижения эффективности последующих усиления, выполняемых на сварных соединениях из-за охрупчивания металла в зонах сварных швов и увеличения концентрации напряжений.

Моделирование стратегий обслуживания включает несколько уровней:

1. Создание структурных моделей представления стратегий в единицах толщины и напряжений.
2. Создание схематического описания стратегий в единицах массы и относительных параметрах массы.
3. Создание моделей стратегий как кусочно-непрерывных функций времени.

Полученные модели изменения параметров сооружений в различных стратегиях технического обслуживания можно обобщить следующим образом:

1. Формализация стратегий в единых единицах напряжений и толщины элементов позволяет с единых позиций рассматривать различные виды износа и типы усиления в рамках жизненного цикла сооружений с обеспечением заданного срока службы.

2. При описании износа и восстановления стратегии выражаются в единицах изменения толщины. Для усиливаемых элементов толщина соответствует действительному сечению, для элементов усиления принимается приведенная толщина:

3. Выражение стратегий в единицах напряжений позволяет задать граничные условия для выполнения работ по усилению, которые определяются на основании проверок по предельным состояниям.

## **17. Преимущество этой работы над другими имеющимися аналогами**

Широкий круг задач, связанных с проектированием конструктивной формы и расчетом высотных сооружений, решаются в настоящее время на основе устаревшего и во многом ограниченного опыта проектирования и эксплуатации данных сооружений. Многие рекомендуемые в нормах параметры не имеют достаточного обоснования и не учитывают возможный (и всегда имеющий место) износ, приводящий к снижению несущей способности и сокращению сроков службы. Не освещенными являются практически важные вопросы повышения несущей способности сооружений с большим сроком эксплуатации и методы продления срока службы таких сооружений.

Анализ данных об особенностях износа эксплуатируемых сооружений, разработка методов расчета и применение современных расчетных комплексов для численного и аналитического моделирования сооружений в

процессе эксплуатации позволяют значительно глубже и точнее исследовать действительную работу данных сооружений и их узлов. Это позволяет разработать рекомендации по продлению срока службы таких сооружений.

Более глубокое исследование действительной работы в условиях эксплуатации позволяет создавать сооружения с повышенной надежностью и долговечностью при общем снижении металлоемкости, а также проектировать техническое обслуживание при минимизации затрат..

## **18. Практическая ценность**

Выполненные в 2025 году в рамках данной научной темы исследования позволяют:

- выполнить формализацию стратегий в терминах массы для получения количественного значения стоимостных показателей уровней начальной надежности необходимо выполнить. Схематичное описание стратегий включает в себя следующие элементы: ремонт элементов – вертикальный участок, период работы восстановленных защитных покрытий – горизонтальный участок, износ конструкций после разрушения защитных покрытий – наклонный участок. Формализация выполняется на основании моделей стратегий в терминах толщины с учетом линейной зависимости массы от толщины и использования поправочных коэффициентов;

- создать математические модели стратегий в единицах массы, которые позволяют перейти от количественного описания процессов износа и восстановления в единицах толщины с учетом ограничений в единицах напряжений непосредственно к стоимостным показателям, поскольку последние, кроме различных начальных условий выполнения работ по усилению, непосредственно зависят от массы элементов усиления;

- определить структуру и состав стоимостных показателей, которые включают стоимость нового сооружения (стоимость материалов, изготовления, монтажа, противокоррозионной защиты, средств доступа) и стоимость технической эксплуатации. Стоимость технической эксплуатации

включает в себя расходы, связанные с надзором за сооружением, выполнением текущих и капитальных ремонтов, а также замену технологического оборудования.

### **19. Ценность результатов для учебно-научной работы.**

Полученные в рамках данной работы методики моделирования действительной работы стальных высотных сооружений позволяют:

- внедрить в научно-исследовательскую работу студентов и дипломное проектирование магистров новые методы моделирования и расширить круг исследуемых вопросов, связанных с действительной работой конструкций в условиях износа и восстановления;
- использовать полученные результаты для изучения и выполнения практических заданий студентами в рамках научно-производственной практики;
- использовать полученные результаты в преподавании спецкурсов, тематика которых включает рассмотрение методов расчета, проектирования, технической эксплуатации, обслуживания, ремонта и усиления высотных сооружений.

### **20. Перечень разработанной документации и образцов**

### **21. Перечень научных публикаций, докладов на конференциях, семинарах:**

1. Точеная А.А. Напряженно-деформированное состояние стального башенного копра при монтаже методом надвижки / Точеная А.А., Югов А.М., Титков С.О., Танасогло А.В., Гаранжа И.М. // Вестник НИЦ «Строительство». 2025;45(2):95-106. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-2\(45\)-95-106](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-2(45)-95-106). EDN: GINMIQ.

2. Губанов В.В. Формализация технической эксплуатации в терминах напряжений и геометрии сечений (подготовлено к печати).

3. Губанов В.В. Формализация технического обслуживания в терминах массы и стоимости (готовится к печати).

## **22. Основные выводы**

1. Моделирование стратегий технического обслуживания в единицах массы позволяет перейти от количественного описания процессов износа и восстановления в единицах толщины, с учетом ограничений в единицах напряжений, непосредственно к показателям объема работ по ремонту при выполнении противокоррозионной защиты или восстановлении несущей способности в рамках заданной долговечности, определяемой проектным или требуемым сроком службы. На основании показателей массы или эквивалентным массе показателям общего усиления выполняется стоимостное описание стратегий обслуживания.

2. Разработанная система стоимостных показателей позволяет выполнить поиск оптимальной стратегии технического обслуживания с использованием детальных моделей или по укрупненным стоимостным показателям.

3. При использовании детальной системы стоимостных показателей технического обслуживания необходим учет всех факторов, определяемых технологией работ по ремонту и условиями промышленной площадки, где находится высотное сооружение.

4. Выбор оптимальной стратегии зависит от принятой политики проведения эксплуатации: в случае необходимости экономии первоначальных средств (на строительство) необходимо производить выбор нескольких стратегий на основе технико-экономического сравнения вариантов.

5. Определяющими факторами для выбора стратегий технического обслуживания и коэффициента запаса являются срок службы сооружения и скорость износа.

## Результаты патентного поиска

1. Пат. 2244084 Российская Федерация, МПК E04H 12/28 (2000.01). Дымовая труба / Кононов М.П., Сосков А.А., Мякишев А.В., Сосков А.А., Тропин Г.А., Кононов В.М.; заявитель и патентообладатель ООО "Инженерный центр Фильтр-Плюс" – № 2003107549/03; заявл. 19.03.2003; опубл. 10.01.2005 Бюл. № 1. – 3 с.: ил.

2. Пат. 2270306 Российская Федерация, МПК E04H 12/28 (2006.01). Дымовая труба/ Ерышев В. А., Колганов Ю. А.; заявитель и патентообладатель Ерышев В. А., Колганов Ю. А. – № 2004120088/03; заявл. 01.07.2004; опубл. 20.02.2006 Бюл. № 5. – 3 с. : ил.

3. Пат. 125221 Российская Федерация, МПК E04B 1/98 (2006.01). Динамический гаситель колебаний / Остроумов Б. В., Остроумов С. Б.; заявитель и патентообладатель Остроумов Б. В., Остроумов С. Б. – № 2012150721/03; заявл. 27.11.2012; опубл. 27.02.2013 Бюл. № 6. ( восстановление действия патента 19.05.2021 Бюл. №14) –10 с. : ил.

4. Пат. 160887 Российская Федерация, МПК E04H12/08 (2006.01). Мачтовое сооружение с комбинированными оттяжками / Колодежнов С. Н.; заявитель и патентообладатель Колодежнов С. Н. – № 2015157086/03 ; заявл. 29.12.2015; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10. – 3 с. : ил.

5. Пат. 2528254 Российская Федерация, МПК B08B 9/049 (2006.01), B05B 13/06 (2006.01). Способ очистки и нанесение антикоррозионного покрытия на внутреннюю поверхность дымовой трубы. / Федосов К. А., Будаев А. О., Мавлютов Р. Ф.; заявитель и патентообладатель ОАО "Акционерная компания по транспорту нефти "Транснефть", ОАО "Сибнефтепровод". – № 2012140361/05; заявл. 21.09.2012; опубл. 10.09.2014 Бюл. № 25. – 3 с. : ил.

**Выводы** о проведенном патентном поиске: имеющиеся патенты, которые распространяются на высотные сооружения, не имеют отношения к задачам данного исследования и не содержат информации для их решения. Это подтверждает новизну задания № 2 кафедральной тематики.

### **Задание 3**

#### **Тема задания:**

«Определение резервов несущей способности рамных трубобетонных узлов многоэтажных зданий с использованием круглых труб и гнутосварных замкнутых профилей».

**Руководитель задания:** к.т.н., доц. Миронов А.Н.

#### **7. Предмет исследований:**

- напряженно-деформированное состояние подкрановых балок с трубобетонным верхним поясом.

#### **8. Объект исследования**

Подкрановые балки пролетом  $L = 12$  м с трубобетонным прямоугольным верхним поясом для мостовых электрических кранов грузоподъемностью 32 тонны и 20 тонн.

#### **9. Суть процесса исследования**

Исследования выполняются аналитическими и численными методами. Аналитические методы предполагают расчет подкрановых балок с использованием линий влияния силовых факторов, а также существующие инженерные методики расчета центрально – сжатых трубобетонных элементов.

Численные исследования предполагают использование основных разделов механики деформируемого твердого тела:

- строительной механики;
- сопротивления материалов;
- теории упругости;
- метода конечных элементов (МКЭ).

Достаточно точную оценку напряженно-деформированного состояния (НДС) дает МКЭ, который можно применять для каждой модели подкрановой балки с трубобетонным верхним поясом с изменяющимися геометрическими и физико-механическими параметрами. МКЭ заложен в ряд лицензированных программных комплексов (ПК), таких как: «Ли́ра – САПР 2022 R1»; «SCAD Office 11.5».

Статические расчеты моделей подкрановых балок выполняются как при упругой работе материалов, так и с рассмотрением задач нелинейной упругости (с учетом упруго - пластического деформирования материалов по реальным диаграммам  $\sigma - \epsilon$ ).

На основании выполненных теоретических (численных) исследований предлагается новое конструктивное решение для эксплуатации подкрановых балок без тормозной конструкции, которое позволит достичь экономической выгоды по сравнению с традиционными сварными двутавровыми балками.

## **10. Основные научные результаты**

Рассмотрены исследования разрезных подкрановых балок пролетом  $L = 12$  м с трубобетонным сжатым верхним поясом на воздействия мостового крана грузоподъемностью  $Q = 32$  т среднего режима работы.

Выполнен анализ напряжённо-деформированного состояния элементов подкрановой балки аналитическим и численным методом. Аналитический метод осуществлён согласно инженерным методикам расчета сжатых трубобетонных элементов, численный выполнен в программном комплексе Ли́ра САПР 2022 R1. В ПК Ли́ра САПР 2022 произведен расчет в физически нелинейной постановке, рассмотрена совместная работа стального сечения и бетонного ядра на восприятие вертикальных и горизонтальных нагрузок.

Результаты анализа согласуются с действующими нормативными документами СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» и СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции».



Выполнено сравнение металлоёмкости подкрановой балки с трубобетонным верхним поясом и сварной балки двутаврового составного сечения.

Исследования направлены на определение возможности эксплуатации подкрановых балок с применением трубобетона без тормозной конструкции. Выполненные исследования являются важным шагом в области расчета трубобетонных изгибаемых конструкций, ввиду недостаточного опыта использования подобных конструкций в России.

#### **11. Работали над кандидатскими диссертациями:**

Анищенков В.М. «Прочность и деформативность рамных узлов со стойками из трубобетона и ригелями двутаврового сечения», руководитель Миронов А.Н.

#### **12. В работе принимали участие:**

- Миронов А.Н., к.т.н., доцент кафедры металлических конструкций и сооружений;
- Анищенков В.М., ассистент кафедры металлических конструкций и сооружений;
- Руденко В.В., студент второго года обучения магистратуры по направлению 08.04.01 «Теория и проектирование зданий и сооружений (МК)», кафедра металлических конструкций и сооружений.

#### **13. Цель и предмет работы**

- напряженно-деформированное состояние подкрановой балки с трубобетонным верхним поясом пролётом 12 метров при её работе без тормозной конструкции;
- исследование напряженно – деформированного состояния численными методами в ПК ЛИРА-САПР 2022 R1 с учётом кручения

верхнего пояса от боковых горизонтальных усилий без тормозной конструкции;

- анализ напряжений и деформаций, выполненных по методикам аналитического расчета и численным методом в ПК ЛИРА-САПР 2022 R1;

- исследование затрат материалов для сварной двутавровой подкрановой балки и трубобетонной балки.

#### **14. Перечень основных заданий**

Основные задачи:

- расчет сварной подкрановой балки двутаврового составного сечения из листовой стали по требованиям СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*»;

- расчет подкрановой балки с трубобетонным верхним поясом по требованиям СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*» и инженерным методикам расчета сжатых трубобетонных элементов;

- исследование НДС численными методами в ПК ЛИРА-САПР 2022 R1 с учётом кручения верхнего пояса от боковых горизонтальных усилий без тормозной конструкции;

- сравнение напряжений и деформаций, выполненных по методикам аналитического расчета и численным методом в ПК ЛИРА-САПР 2022 R1;

- сравнение затрат материала по 2-м типам балок;

- исследование технико-экономической эффективности трубобетонной подкрановой балки;

- на основе полученных данных рассмотреть преимущества эксплуатации данных типов трубобетонных балок.

#### **15. Реализация заданий работы**

Рассмотрена подкрановая балка с трубобетонным верхним поясом пролётом 12 метров для крана грузоподъемностью  $Q = 32$  т при среднем режиме работы. Балка выполнена из стали С255 и бетона класса В40.

Согласно методике расчета по линиям влияния определены максимальные значения изгибающего момента и поперечной силы, действующие на балку.

Для действующих нагрузок были подобраны сечения трубобетонной балки и двутавровой составного сечения из листовой стали. Для балок двух типов дополнительно выполнялся расчет стенки в зоне примыкания к верхнему поясу на кручение согласно требованиям СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».

Моделирование расчетной схемы и расчет трубобетонной балки производился в ПК ЛИРА – САПР 2022 R1. Расчетная схема состояла из 55486 узлов и 98298 элементов. В расчетную модель вводился крановый рельс КР-70.

Расчет выполнялся МКЭ в линейной постановке, при упругой работе стали и бетона, с разбиением на узлы и элементы при помощи сетки с основным шагом по длине 100 мм и вспомогательным 50 мм. Результаты линейного расчета представлены в виде изополей распределения вертикальных и горизонтальных прогибов от нормативных нагрузок, изополей нормальных, касательных и локальных напряжений в стали и бетоне от расчетных нагрузок. Приведены изополя эквивалентных напряжений по IV-й теории прочности.

Физически нелинейный расчет выполнялся с использованием ПК Лира-САПР 2022 R1. Для стали и бетона принимались двухлинейные диаграммы деформирования материала Прандтля. Предельная относительная деформация бетона при сжатии принята равной  $\varepsilon_b = 0,002$ , наибольшее расчетное сопротивление бетона принято для условий трехосного НДС бетона в трубе при сжатии  $R_b^* = 38,75$  МПа. Предельная относительная

деформация бетона при растяжении принята равной  $\varepsilon_{bt} = 0,0002$ , а расчетное сопротивление бетона при растяжении принято равным  $R_{bt} = 1,4$  МПа.

По результатам расчета выполнено сравнение значений параметров НДС для аналитического и численного расчетов в линейной и физически нелинейной постановке.

## **16. Основные научные результаты**

На основании выполненных исследований определены основные преимущества эксплуатации подкрановых балок с верхним трубобетонным поясом:

1) Экономия материала - исследования подтверждают возможность снижения затрат металла на 15% путём эксплуатации балки с трубобетонным верхним поясом без тормозной конструкции;

2) Устойчивость к деформациям - трубобетонные балки обеспечивают высокую жесткость, что минимизирует возможные деформации под нагрузкой. Запас несущей способности для вертикального прогиба по расчету трубобетонной балки составляет 57,2%, в то время как сварная двутавровая балка имеет запас несущей способности 55,2%;

3) Финансовая выгода - балка с трубобетонным верхним поясом по затратам выгоднее на 23,8%.

## **17. Преимущество этой работы над другими имеющимися аналогами**

Актуальность работы заключается в исследовании напряженно-деформированного состояния трубобетонных подкрановых балок с целью их внедрения в эксплуатацию, как альтернативы сварным двутавровым подкрановым балкам. Это позволит уменьшить металлоемкость и финансовые затраты на изготовление конструкции балок, и поспособствовать развитию использования изгибаемых трубобетонных конструкций. Научная новизна полученных результатов заключается в том, что данные конструкции

практически не применяются в отечественной практике строительства, а трубобетон способен выдерживать значительные нагрузки, действующие в сжатой зоне поперечного сечения. Проведены исследования подкрановых конструкций с трубобетонным верхним поясом, как альтернатива стальным подкрановым балкам с тормозными конструкциями.

## **18. Практическая ценность**

Современное строительство характеризуется увеличением пролетов и высот сооружений, ростом крановых нагрузок, увеличением веса технологического оборудования. Все это требует применения элементов, обладающих высокой несущей способностью при малых поперечных сечениях. Использование трубобетонных элементов может привести к уменьшению поперечного сечения, экономии стали и бетона, и, следовательно, уменьшению собственного веса конструкций.

## **19. Ценность результатов для учебно-научной работы**

Введение в учебный процесс:

- при подготовке дипломных работ студентов, магистрантов по направлению «Строительство»,
- при подготовке диссертационных работ на получение научных степеней кандидата и доктора технических наук по специальности 2.1.1 – строительные конструкции, здания и сооружения.

## **20. Перечень разработанной документации и образцов.**

21. Перечень научных публикаций, докладов на конференциях, семинарах.

№	Название	Вид работы	Выходные данные	Авторы
1.	Напряженно – деформированное состояние подкрановых балок с трубобетонным	Статья	Металлические конструкции. – 2025. Том 31, №2.	В.В. Руденко, А.Н. Миронов, Е.Н. Оленич, А.П. Бутова

	верхним поясом			
2.	Расчет узлов рамных конструкций из гнутых профилей	Статья	Металлические конструкции. – 2025. Том 31, №2.	А.Н. Миронов, Д.Р. Игнатенко, Р.И. Игнатенко, А.П. Бутова

## 22. Основные выводы

1. Трубобетонное сечение подкрановой балки для крана грузоподъемностью  $Q = 20$  тонн не способно выдержать воздействие от торможения крана, превышая допустимые нормативные горизонтальные перемещения. Одним из главных критериев при численном расчете моделей подкрановых балок является горизонтальный прогиб;

2. Отклонение аналитического горизонтального прогиба от физически нелинейного составило 50,7%, то есть аналитическое определение прогиба не учитывает работу материала в реальных условиях, необходимо для расчета аналитического прогиба трубобетонных балок применять дополнительный поправочный коэффициент работы материала, который составил  $\gamma = 1,51$ ;

3. Значение касательных напряжений значительно отличаются для аналитического и численных расчетов, из этого следует, что для трубобетонных балок касательные напряжения не соответствует предполагаемой действительности;

4. На основании полученных значений напряжений и прогибов, балки с трубобетонным верхним поясом демонстрируют хорошие показатели запаса прочности по локальным и нормальным напряжениям для работы кранов 32т и 20т при среднем режиме работы.

### Выполненный патентный поиск:

1. Моисеев О. Ю., Парышев Д. Н., Овчинников И. Г., Копырин В. И., Харин В. В., Овчинников И. И., (2017), Трубобетонная предварительно напряженная балка, Моисеев О. Ю., Парышев Д. Н., Овчинников И. Г.,

Копырин В. И., Харин В. В., Овчинников И. И., RU, Pat. 2632798. URL: <https://patenton.ru/patent/RU2632798C1> (дата обращения 24.04.2025).

2. Моисеев О. Ю., Парышев Д. Н., Овчинников И. Г., Копырин В. И., Харин В. В., Овчинников И. И., (2017), Трубобетонная балка, Парышев Д. Н., Копырин В. И., Харин В. В., RU, Pat. 2675273. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2675273C2\\_20181218](https://yandex.ru/patents/doc/RU2675273C2_20181218) (дата обращения 24.04.2025).

3. Сысоев О. Е., Добрышкин А. Ю., Серегин С. В., Попов А. Л., (2017), Трубобетонная балка прямоугольного сечения, Парышев Д. Н., Копырин В. И., Харин В. В., RU, Pat. 161414. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU161414U1\\_20160420](https://yandex.ru/patents/doc/RU161414U1_20160420) (дата обращения 24.04.2025).

#### **Задание 4**

##### **Тема задания:**

«Уточненные методы расчета и обеспечения проектной надежности пространственных стержневых и листовых металлических оболочек большепролетных конструкций зданий и сооружений».

Наименование в соответствии с планом на 2025 год:

«Разработка рекомендаций по уточненному расчету и оптимальному проектированию пространственных стержневых и листовых металлических оболочек большепролетных конструкций зданий и сооружений в детерминированной и вероятностно-статистической постановках»

**Руководитель задания д.т.н., проф. Мущанов В.Ф.**

**7. Предмет исследования:** формообразование и особенности напряженно-деформированного состояния пространственных стержневых и

листовых металлических оболочек большепролетных конструкций зданий и сооружений.

**8. Объект исследования:** пространственные стержневые и листовые металлические оболочки большепролетных конструкций зданий и сооружений.

**9. Суть процесса исследования:**

– анализ научных источников связанных с вопросами оптимального проектирования и обеспечения проектной надёжности пространственных металлических оболочек;

– выбор методов теоретических и экспериментальных исследований устойчивости оболочек;

– разработка общих подходов к обеспечению надёжности и экономичности большепролетных конструкций с учетом уточнённой расчетной схемы и методов оптимального проектирования.

**10. Основные научные результаты:**

1. Для плоской подкрепленной мембраны увеличение ее толщины приводит к снижению пиковых напряжений в мембране; практически не сказывается на длине участка, вовлекаемого в совместную работу с подкрепляющим элементом; приводит к перераспределению усилий между мембраной и подкрепляющим элементом, заключается в увеличении доли усилий, воспринимаемых мембраной.

2. Искривление плоской мембраны по цилиндрической поверхности приводит к:

- синусоидальной затухающей эпюре локальных напряжений и увеличивает длину присоединенного участка мембраны;



- снижению пиков напряжений в присоединенном участке мембраны до 25% при снижении величины изгибных напряжений  $\sigma_m$  и увеличению напряжений от действия продольной силы  $\sigma_N$ ;

- более активному вовлечению мембраны в совместную работу с подкрепляющим элементом.

3. Предложенный подход к аппроксимации двумерных экспериментальных данных является в достаточной степени гибким и эффективным инструментом, имеющим все необходимые свойства для обобщения на многомерное пространство, но обладает недостатками, присущими классическому методу наименьших квадратов в части возникновения незапланированных осцилляций между узловыми точками аппроксимации.

4. Неравномерная осадка основания создаёт значительные концентраторы напряжений в стенке резервуаров. В отдельных точках, напряжения приближаются к расчётному сопротивлению стали уже при локальной просадке основания 30 мм.

5. Для резервуаров со стационарной кровлей:

- максимальная концентрация напряжений возникает в зонах верхнего и нижнего уторных узлов стенки;

- предельные кольцевые напряжения в зоне нижнего пояса превышают аналогичный показатель для верхнего пояса в 1.3..1.6 раз; концентраторы меридиональных напряжений возникают в нижнем поясе ВЦР.

- максимальные значения отмечены в зоне нижнего пояса, концентрация напряжений в верхнем поясе не может привести к его разрушению, однако достаточная для потери устойчивости.

6. Для резервуаров с плавающей кровлей:

- напряжения в характерных точках ниже на 15-20% по сравнению с ВЦР со стационарным покрытием;

- постановка колец жёсткости повышает (до 12%) меридиональные расчётные напряжения в рассмотренных конструкциях; кольцевые напряжения меняются в пределах 2-3%. Это объясняется повышением жёсткости стенки, которая также приводит к меньшим деформациям корпуса.

7. Для ВЦР со стационарной кровлей, максимальные деформации стенки отмечены в поясах выше середины высоты резервуара. Для ВЦР с плавающей кровлей, максимальные деформации стенки отмечены в верхнем поясе стенки и в несколько раз превышают аналогичные значения для ВЦР со стационарной кровлей.

8. Значительное влияние постановка колец оказывает на жёсткость стенки резервуаров со стационарным покрытием. Рациональным является количество до 3х КЖ, дальнейшее увеличение их количества не приводит к уменьшению предельных значений. Для ВЦР с открытым верхом значения предельных горизонтальных перемещений, при усилении корпуса кольцами жёсткости, меняются в диапазоне 1..3%.

9. Для резервуаров со стационарным покрытием отмечено существенное повышение устойчивости, при использовании внешних усиливающих колец. Потеря устойчивости происходит в центральной части стенки, в том числе, при усилении кольцами жёсткости.

10. Для резервуаров с открытым верхом потеря устойчивости происходит в нижнем поясе резервуара, вне зависимости от наличия колец жёсткости. Увеличение количества колец не приводит к повышению устойчивости стенки при неравномерной осадке основания.

11. На основании численных исследований установлен рекомендуемый принцип размещения колец жёсткости для повышения устойчивости при неравномерной осадке. Он заключается в обеспечении равного значения параметра  $\lambda$  между участками стенки. Размещение по указанному принципу позволяет повысить устойчивость стенки до 7%, по сравнению с размещением с равным шагом.

12. Методика усиления кольцами жёсткости, в случае неравномерной осадки основания, показала свою эффективность для резервуаров со стационарным покрытием в части повышения устойчивости и снижения деформаций стенки. В части обеспечения прочности стенки, постановка колец не снижает возникающих напряжений, а значит не подходит для нивелирования эффекта просадки основания.

13. Предложена методика расчета трубобетонных элементов применительно к конструкции мембранных покрытий на квадратном плане. Особенностью работы контура являются большие значения продольных сил и изгибающих моментов при незначительных эксцентриситетах. Несущая способность трубобетонного контура определяется из условий прочности, поскольку устойчивость в плоскости покрытия обеспечена подкрепляющим эффектом мембраны.

14. Для покрытий пролетом от 36 до 72 м определены рациональные сечения опорного контура для различных классов бетона. С ростом пролета и нагрузок сечения контура меняются в пределах от  $\varnothing 377 \times 6$  до  $\varnothing 1020 \times 8$  мм.

15. Исследовано влияние параметров трубобетонного опорного контура на его несущую способность. Диаметр опорного контура с увеличением нагрузки от  $2,3 \text{ кН/м}^2$  до  $3,7 \text{ кН/м}^2$  увеличивается в пределах: от  $\varnothing 377$  мм до  $\varnothing 1020$  мм. Изменение толщины трубы в пределах 7 – 10 мм незначительно влияет на несущей способности контура.

16. Применение трубобетонного опорного контура по сравнению с металлическим контуром в виде сварного двутавра обеспечивает снижение расхода стали на 50...70%, а стоимости конструкций опорного контура на 5...38%.

#### **11. Работали над кандидатскими диссертациями:**

асс. Шпиньков В.А. (каф. ТПМ).

#### **12. В работе принимали участие: 2 – студента (магистранта).**

### **13. Цель и предмет работы.**

Разработка методов обеспечения проектной и эксплуатационной надежности пространственных стержневых и листовых металлических оболочек большепролетных конструкций зданий и сооружений

### **14. Перечень основных заданий**

1. Разработка рекомендаций по уточненному расчету и оптимальному проектированию пространственных стержневых и листовых металлических оболочек большепролетных конструкций зданий и сооружений в детерминированной и вероятностно-статистической постановках (Этап календарного плана на 2025 г);

2. Учет кривизны мембранной оболочки при оценке ее совместной работы с подкрепляющим элементом под действием поперечной нагрузки.

3. Обеспечение надежности конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров, эксплуатируемых в сложных инженерно-геологических условиях.

4. Совершенствование большепролетных провисающих мембранных покрытий на квадратном плане путем использования эффективных конструктивных решений опорного контура в виде трубобетонных элементов.

### **15. Реализация заданий работы.**

Необходимость совершенствования конструктивных форм большепролетных покрытий зданий и сооружений обусловлена все более широким их внедрением в практику проектирования (уникальные покрытия зданий и сооружений спортивного, общественного, промышленного назначения, выполненные в виде стержневых и или листовых пространственных пластин и оболочек; конструкции оболочек вертикальных цилиндрических резервуаров и др.). Высокая стоимость и уникальный характер таких сооружений делает актуальной задачу совершенствования их

конструктивной формы, снижения материалоемкости при одновременном повышении уровня надежности систем, характеризующихся повышенным уровнем ответственности.

**Этапы работы:**

- разработка методов и методик выполнения численных и экспериментальных исследований большепролетных конструкций зданий и сооружений;

- проведение теоретических и экспериментальных исследований для определения особенностей НДС мембранной оболочки при оценке ее совместной работы с подкрепляющим элементом под действием поперечной нагрузки;

- проведение теоретических и экспериментальных исследований, направленных на повышение устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров больших объемов, путём рационального применения кольцевых ребер жесткости;

- анализ НДС провисающих мембранных оболочек покрытий в составе резервуаров большого объёма на основе предложенных численных моделей.

- определение рациональных параметров большепролетных провисающих мембранных покрытий на квадратном плане с трубобетонным опорным контуром.

**16. Основные научные результаты:**

1. Для плоской подкрепленной мембраны увеличение ее толщины приводит к снижению пиковых напряжений в мембране; практически не сказывается на длине участка, вовлекаемого в совместную работу с подкрепляющим элементом; приводит к перераспределению усилий между мембраной и подкрепляющим элементом, заключается в увеличении доли усилий, воспринимаемых мембраной.

2. Искривление плоской мембраны по цилиндрической поверхности приводит к:

- синусоидальной затухающей эпюре локальных напряжений и увеличивает длину присоединенного участка мембраны;

- снижению пиков напряжений в присоединенном участке мембраны до 25% при снижении величины изгибных напряжений и увеличению напряжений от действия продольной силы;

- более активному вовлечению мембраны в совместную работу с подкрепляющим элементом.

3. Предложенный подход к аппроксимации двумерных экспериментальных данных является в достаточной степени гибким и эффективным инструментом, имеющим все необходимые свойства для обобщения на многомерное пространство, но обладает недостатками, присущими классическому методу наименьших квадратов в части возникновения незапланированных осцилляций между узловыми точками аппроксимации.

4. Неравномерная осадка основания создаёт значительные концентраторы напряжений в стенке резервуаров. В отдельных точках, напряжения приближаются к расчётному сопротивлению стали уже при локальной просадке основания 30 мм.

5. Для резервуаров со стационарной кровлей:

- максимальная концентрация напряжений возникает в зонах верхнего и нижнего уторных узлов стенки;

- предельные кольцевые напряжения в зоне нижнего пояса превышают аналогичный показатель для верхнего пояса в 1.3..1.6 раз; концентраторы меридиональных напряжений возникают в нижнем поясе ВЦР.

- максимальные значения отмечены в зоне нижнего пояса, концентрация напряжений в верхнем поясе не может привести к его разрушению, однако достаточная для потери устойчивости.

6. Для резервуаров с плавающей кровлей:

- напряжения в характерных точках ниже на 15-20% по сравнению с ВЦР со стационарным покрытием;

- постановка колец жёсткости повышает (до 12%) меридиональные расчётные напряжения в рассмотренных конструкциях; кольцевые напряжения меняются в пределах 2-3%. Это объясняется повышением жёсткости стенки, которая также приводит к меньшим деформациям корпуса.

7. Для ВЦР со стационарной кровлей, максимальные деформации стенки отмечены в поясах выше середины высоты резервуара. Для ВЦР с плавающей кровлей, максимальные деформации стенки отмечены в верхнем поясе стенки и в несколько раз превышают аналогичные значения для ВЦР со стационарной кровлей.

8. Значительное влияние постановка колец оказывает на жёсткость стенки резервуаров со стационарным покрытием. Рациональным является количество до 3х КЖ, дальнейшее увеличение их количества не приводит к уменьшению предельных значений. Для ВЦР с открытым верхом значения предельных горизонтальных перемещений, при усилении корпуса кольцами жёсткости, меняются в диапазоне 1..3%.

9. Для резервуаров со стационарным покрытием отмечено существенное повышение устойчивости, при использовании внешних усиливающих колец. Потеря устойчивости происходит в центральной части стенки, в том числе, при усилении кольцами жёсткости.

10. Для резервуаров с открытым верхом потеря устойчивости происходит в нижнем поясе резервуара, вне зависимости от наличия колец жёсткости. Увеличение количества колец не приводит к повышению устойчивости стенки при неравномерной осадке основания.

11. На основании численных исследований установлен рекомендуемый принцип размещения колец жёсткости для повышения устойчивости при неравномерной осадке. Он заключается в обеспечении равного значения параметра  $\lambda$  между участками стенки. Размещение по указанному принципу позволяет повысить устойчивость стенки до 7%, по сравнению с размещением с равным шагом.

12. Методика усиления кольцами жёсткости, в случае неравномерной осадки основания, показала свою эффективность для резервуаров со стационарным покрытием в части повышения устойчивости и снижения деформаций стенки. В части обеспечения прочности стенки, постановка колец не снижает возникающих напряжений, а значит не подходит для нивелирования эффекта просадки основания.

13. Предложена методика расчета трубобетонных элементов применительно к конструкции мембранных покрытий на квадратном плане. Особенностью работы контура являются большие значения продольных сил и изгибающих моментов при незначительных эксцентриситетах. Несущая способность трубобетонного контура определяется из условий прочности, поскольку устойчивость в плоскости покрытия обеспечена подкрепляющим эффектом мембраны.

14. Для покрытий пролетом от 36 до 72 м определены рациональные сечения опорного контура для различных классов бетона. С ростом пролета и нагрузок сечения контура меняются в пределах от  $\varnothing 377 \times 6$  до  $\varnothing 1020 \times 8$  мм.

15. Исследовано влияние параметров трубобетонного опорного контура на его несущую способность. Диаметр опорного контура с увеличением нагрузки от 2,3 кН/м<sup>2</sup> до 3,7 кН/м<sup>2</sup> увеличивается в пределах: от  $\varnothing 377$  мм до  $\varnothing 1020$  мм. Изменение толщины трубы в пределах 7 – 10 мм незначительно влияет на несущей способности контура.

16. Применение трубобетонного опорного контура по сравнению с металлическим контуром в виде сварного двутавра обеспечивает снижение расхода стали на 50...70%, а стоимости конструкций опорного контура на 5...38%.

**17. Преимущество этой работы над другими имеющимися аналогами:**

предлагаемые подходы и методы обеспечения проектной и эксплуатационной надежности пространственных стержневых и листовых металлических оболочек большепролетных конструкций зданий и



сооружений является актуальной, что подтверждается многочисленными публикациями в ведущих мировых изданиях. Вместе с тем, преимуществом данной работы является всесторонний и комплексный учёт факторов, влияющих на показатели надёжности пространственных систем.

#### **18. Практическая ценность:**

В результате исследований получены зависимости для установления численных значений показателей надёжности проектируемых конструкций.

Практические результаты внедрены в виде предложений и рекомендаций по уточненному проектированию стержневых и мембранных большепролетных конструкций покрытий и конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров больших объемов для хранения нефти и нефтепродуктов.

#### **19. Ценность результатов для учебно-научной работы.**

Результаты исследований внедрены в учебный процесс ДОННАСА – филиал НИУ МГСУ в лекционном курсе «Расчет и проектирование зданий и сооружений» для магистров направления 08.04.01 «Строительство». Результаты используются в материале дисциплины «Металлические конструкции (спецкурс)» по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство». Также, результаты исследований используются при выполнении магистерских диссертаций.

#### **20. Перечень разработанной документации и образцов.**

Разработаны типовые параметры мембранных провисающих покрытий с трубобетонным опорным контуром в зависимости от пролёта и действующей нагрузки.

## 21. Перечень научных публикаций, докладов на конференциях, семинарах.

№	Название	Вид работы	Выходные данные	Авторы
1	Применение мембранно-шпренгельных систем для покрытий производственных зданий	Сборник трудов	Сборник трудов международной молодёжной школы «Инженерия - XXI», Новороссийск, 15–18 апреля 2025 года. – Новороссийск: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2025. – С. 48-49. – EDN VIMNEK.	Роменский И.В., Нестеренко, М. Р. Фоменко М.Р.
2	Реконструкция покрытий производственных зданий с использованием мембранно-панельных систем	Сборник тезисов	// Сборник тезисов докладов по материалам конференции «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» 25 апреля 2025 года. – Макеевка: ГОУ ВПО ДОННАСА, 2025. - С. 163-164. <a href="http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2025/sbornik_stud_tezis_2025.pdf">http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2025/sbornik_stud_tezis_2025.pdf</a>	Фоменко М.Р., Нестеренко М.Р., Роменский И.В.
3	Разработка программы интерполяции в программной среде «PYTHON» применительно к расчету металлических конструкций	Сборник тезисов	Сборник тезисов докладов по материалам конференции «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» 25 апреля 2025 года. – Макеевка: ГОУ ВПО ДОННАСА, 2025. - С. 67-68. <a href="http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2025/sbornik_stud_tezis_2025.pdf">http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2025/sbornik_stud_tezis_2025.pdf</a>	Анищенков Ф.В., Роменский И.В.
4	Большепролетное мембранное покрытие на прямоугольном плане с	Научная статья	Металлические конструкции. – 2025. – Том 31, № 3. – С. –	Роменский И.В., Миронов

	трубобетонным опорным контуром		находится в редакции	А.Н., Анищенков В.М., Горяев В.Р.
--	--------------------------------	--	----------------------	--

## 22. Основные выводы.

1. Обоснованы методы и методики выполнения численных и экспериментальных исследований, а так же численного моделирования особенностей напряженно-деформированного состояния большепролетных конструкций стержневых и листовых металлических оболочек и их элементов.

2. Определены численные характеристики надежности и проведен анализ склонности к прогрессирующему обрушению конструкций усеченных сетчатых куполов.

3. Рассмотрен комплексный подход к оценке надежности пространственных металлических конструкций в виде подкрепленных мембранных оболочек и стенок вертикальных цилиндрических резервуаров.

4. Определены оптимальные параметры провисающих мембранных покрытий с трубобетонным опорным контуром для различных пролётов и нагрузок.

## Результаты патентного поиска:

Выводы о проведенном патентном поиске: имеющиеся патенты, которые распространяются на схожие объекты исследований, не связаны с задачами данного исследования, что обосновывает новизну задания № 4 кафедральной тематики

11. Наличие специального оборудования, предназначенного для научных исследований, которое может заинтересовать сторонних специалистов

№ п/п	Название прибора и его марка, фирма-производитель, страна происхождения	Использование прибора в разрезе научной тематики, которая выполняется кафедрой	Стоимость (руб.)
----------	---	--	------------------

1.	Универсальный стенд для статических испытаний строительных конструкций	Выполнение статических и динамических испытаний металлических конструкций	
2	Металлический стенд	то же	
3	Тензометрическая система СИИТ-2	то же	
4	Цифровой измеритель ИДЦ-1	то же	
5	Ультразвуковой прибор ГСП УК-10	то же	
6	Пресс гидравлический П-10	то же	
7	Разрывная машина Р-20	то же	
8	Разрывная машина Р-50	то же	
9	Разрывная машина для изделий из пластмасса	то же	
10	Гидравлический пресс ПГП	то же	
11	Прогибомеры Максимова; тензометры Гугенбергера; индикаторы часового типа; динамометры ДОСМ-3, ДОСМ-1	то же	
12	Пресс дыропробивной	Изготовление конструкций и моделей для испытаний	
13	Радиально-сверлильный станок	то же	
14	Трансформатор ТДФ 1001-У3	то же	
15	Трансформатор ТДФЖ1002	то же	
16	Генератор постоянного тока;	то же	
17	Трансформатор ВДУ504-1 У3	то же	

## 12. Публикации

### Перечень основных научных публикаций 2024

№	Название работы	Вид работы	Выходные данные	Авторы
1	История развития в России конструкторского дела на заводах-производителях стальных конструкций	публикация	Журнал Металлические конструкции 2025. - Том 31, № 2. – С. 93- 106	Васылев В.Н., Шевченко А.В., Красилов А.В.
2	Напряженно-	публикация	Журнал	Руденко В.В.,

	деформированное состояние подкрановых балок с трубобетонным верхним поясом		Металлические конструкции 2025. - Том 31, № 2. – С. 57-75	Миронов А.Н., Оленич Е.Н., Бутова А.П.
3	Расчет узлов рамных конструкций из гнутых профилей	публикация	Журнал Металлические конструкции 2025. - Том 31, № 2. – С. 77-91	Миронов А.Н., Игнатенко Р.И., Игнатенко Д.Р., Бутова А.П.
4	Проектирование стальных решетчатых конструкций линий электропередачи с использованием параметров надежности на примере анкерно-угловой опоры У220-2+9	публикация	журнал Строительство: наука и образование 2025. - Том 15, № 3. – С. 74-90	<a href="#">А. Н. Оржеховский</a> , <a href="#">А. В. Танасогло</a> , <a href="#">И. М. Гаранжа</a> , <a href="#">В. Ф. Мушанов</a> , <a href="#">Н. С. Смирнова</a>
5	Напряженно-деформированное состояние стального башенного копра при монтаже методом надвиги	публикация	Вестник НИЦ «Строительство» 2025-Том 45, № 2 С.95-106	Точеная А.А., Югов А.М., Титков С.О., Танасогло А.В., Гаранжа И.М.
6	Применение мембранно-шпренгельных систем для покрытий производственных зданий	публикация	Сборник трудов международной молодёжной школы «Инженерия - XXI» Новороссийск, 15–18 апреля 2025 Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2025. – С. 48-49	Роменский И. В., Нестеренко М. Р., Фоменко М. Р.
7	Реконструкция покрытий производственных зданий с использованием мембранно-панельных систем	публикация	Сборник тезисов докладов по материалам конференции «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» 25 апреля 2025 года Макеевка: ГОУ ВПО ДОННАСА, 2025. - С. 163-164	М. Р. Фоменко, М. Р. Нестеренко, научный руководитель: Роменский И.В.
8	Разработка программы	публикация	Сборник тезисов	Ф. В.

	интерполяции в программной среде «PYTHON» применительно к расчету металлических конструкций		докладов по материалам конференции «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» 25 апреля 2025 года Макеевка: ГОУ ВПО ДОННАСА, 2025. - С. 67-68	Анищенко, научный руководитель: Роменский И.В.
9	Система организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла	публикация	журнал Металлические конструкции 2025. - Том 31, № 3. (в печати)	Н.С. Смирнова, Е.В. Шелихова, Л.Г. Предко
10	Большепролётное мембранное покрытие на прямоугольном плане с трубобетонным опорным контуром	публикация	журнал Металлические конструкции 2025. - Том 31, № 3. (в печати)	Роменский И.В., Миронов А.Н., Анищенко В.М., Горяев В.Р.

### 13. Инновационная деятельность

#### 1. Научные конференции.

В рамках IX Всероссийского строительного форума «Строительство и архитектура» проводимого 24-26 апреля 2025 года

24 апреля 2025 года в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры проводилась XXIV Международная конференция «Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий» в рамках которой были представлены доклады и преподавателей кафедры МКиС.

25 апреля 2025 года в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры проводилась XI Республиканская конференция молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-

архитектурной отрасли», в рамках которой кафедра МКиС организовала свою секцию и отвечала за успешное проведение конференции на ней в режиме онлайн.

## **2. Организация кафедральных выставочных экспонатов.**

В рамках проведения XXIV Международная конференция «Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий». Кафедра «Металлические конструкции и сооружения» приняла непосредственное участие в выставке, выставив на ней 2 кафедральных баннера и 3 макета в холле ФГБОУ ВО ДОННАСА.

## **3. Патенты**

Не подавались.

## 14. Научное и научно-техническое сотрудничество с зарубежными организациями

Общие сведения о международных конгрессно-выставочных мероприятиях на территории Российской Федерации и (или) иностранных государств, организаторами (соорганизаторами) или участниками которых выступили российские образовательные организации высшего образования и научные организации за период с 1 января по 31 декабря 2025 года.

Кафедра «Металлические конструкции и сооружения»

№ п.п.	Полное официальное наименование мероприятия	Веб-страница (веб-сайт) мероприятия (при наличии)	Тип мероприятия	Тематика мероприятия	Формат организации мероприятия или участия в нём	Период проведения мероприятия		Место проведения мероприятия		Статус заполняющей организации	Основной организатор мероприятия	Соорганизаторы мероприятия (при наличии)
						дата начала	дата окончания	страна	населённый пункт			
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н
1	Вебинар на тему «Проектирование многоэтажного жилого здания со стальным каркасом»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-28-02-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-28-02-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	28.02.2025	28.02.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
2	Вебинар на тему «Проектирование многоэтажного жилого здания со стальным каркасом. Вторая часть»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-04-03-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-04-03-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	04.03.2025	04.03.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
3	Вебинар на тему «Изменения в СП 16 "Стальные	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-19-03-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-19-03-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	19.03.2025	19.03.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	



	конструкции"»											
4	Вебинар на тему «Изменения в СП 266 "Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования"»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-26-03-2026">https://steel-development.ru/news/events/webinar-26-03-2026</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	26.03.2025	26.03.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
5	Вебинар на тему «Можно ли обойтись без расчетных длин?»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-08-04-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-08-04-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	08.04.2025	08.04.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
6	Вебинар на тему «Актуализированное пособие по проектированию строительных конструкций малоэтажных зданий из стальных холодногнутых оцинкованных профилей (ЛСТК)»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-28-05-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-28-05-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	28.05.2025	28.05.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
7	Вебинар на тему «Особенности разработки конструкций для покрытий сложной формы»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-04-06-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-04-06-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	04.06.2025	04.06.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
8	Вебинар на тему	<a href="https://steel-development.ru/">https://steel-development.ru/</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии	Онлайн	02.07.2025	02.07.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития	

	«Архитектурные возможности технологии ЛСТК»	ru/news/events/webinar-02-07-2025		и технические науки							стального строительства (АРСС)	
9	Вебинар на тему «Будущее стального строительства: как BIM меняет игру для инженеров и проектировщиков?»	https://steel-development.ru/ru/news/events/webinar-09-07-2025	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	09.07.2025	09.07.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
10	Вебинар на тему «Продвижение стального строительства в ИЖС: развенчание мифов и работа с комплексным развитием территорий (КРТ)»	https://steel-development.ru/ru/news/events/webinar-11-07-2025	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	11.07.2025	11.07.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
11	Вебинар на тему «Внедрение системы ВКР Смарт в организации: 5 простых шагов»	https://www.iprbookshop.ru/67336.html?id=55124	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	27.03.2025	27.03.2025	Россия	г.Красногорск	Участник Анищенко В.М.	Общество с ограниченной ответственностью Компания «Ай Пи Ар Медиа»	
12	XXIV Международная конференция «Здания и сооружения с применением	https://donnasa.ru/docs/nik/nauchnye_konferencii/stroitelstvo_i_arkh	Конференция	Инженерное дело, технологии и технические науки	Очный	24.04.2025	26.04.2025	Россия,	ДНР, г.Макеевка	Участник	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации;	

	новых материалов и технологий» на базе ФГБОУ ВО «ДОННАСА». Тема доклада «Лаборатория строительной аэродинамики ее роль в стратегии развития строительной отрасли» (Горохов Е.В., Титков С.О.)	itektura-2025/programma_forum_2025.pdf									Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации; Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики; Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики; Национальное объединение проектировщиков и изыскателей (НОПРИЗ) <a href="https://nopriz.ru">https://nopriz.ru</a> ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; Попечительский совет ФГБОУ ВО «ДОННАСА».	
13	Вебинар на тему «Применение высокопрочных сталей в	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-06-08-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-06-08-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	06.08.2025	06.08.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	

	строительстве»											
14	Вебинар на тему «Моделирование устройств сейсмозащиты в каркасных стальных зданиях»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-27-08-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-27-08-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	27.08.2025	27.08.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
15	Вебинар на тему «Как избежать проблем с ЛКП на заводе металлоконструкций за счет правильной подготовки поверхности металла»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-01-10-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-01-10-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	01.10.2025	01.10.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
16	Вебинар на тему «Нагрузки на фундаменты»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-19-11-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-19-11-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	19.11.2025	19.11.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
17	Вебинар на тему «Проектирование зданий с перекрытиями из несущего профнастила»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-25-11-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-25-11-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	25.11.2025	25.11.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
18	Вебинар на тему «Light Industrial: перспективный сегмент для легких металлоконструкций»	<a href="https://steel-development.ru/news/events/webinar-18-12-2025">https://steel-development.ru/news/events/webinar-18-12-2025</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии и технические науки	Онлайн	18.12.2025	18.12.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития стального строительства (АРСС)	
19	Вебинар на тему «Три	<a href="https://steel-development.ru/">https://steel-development.ru/</a>	Вебинар	Инженерное дело, технологии	Онлайн	24.12.2025	24.12.2025	Россия	г. Москва	Участник	Ассоциация развития	

	ключевых фактора быстрого возведения зданий за 25 рабочих дней»	ru/news/events/webinar-24-12-2025		и технические науки							стального строительства (АРСС)	
20	VI Национальная научная конференция «Актуальные проблемы строительной отрасли и образования-2025» на базе НИУ МГСУ. Тема доклада «Лаборатория строительной аэродинамики ее роль в стратегии развития строительной отрасли» (Горохов Е.В., Титков С.О.)	https://mgsu.ru/science/Nauchniye_meropr/	Конференция	Инженерное дело, технологии и технические науки	Заочный	25.12.2025	25.12.2025	Россия,	г. Москва	Участник	НИУ МГСУ	

## 15. Защищенные диссертации

На кафедре не представлялись.

## 16. Сведения о научно-исследовательской работе и инновационной деятельности студентов, молодых ученых

Форма 1. Сведения о студентах и молодых ученых

Количество студентов кафедры, принимающих участие в научных исследованиях	Количество молодых ученых, работающих на кафедре	Количество молодых ученых, остающихся работать в учреждении после окончания аспирантуры
36	2	-

Форма 2. Сведения об участии в НИР студентов

<b>Общее</b> количество студентов, участвующих в НИР (чел.)	Количество студентов, участвующих в НИР <u>с оплатой</u> (чел.)	Количество студентов, участвующих в <u>хоздоговорных</u> тематиках	Количество студентов, участвующих в <u>госбюджетных</u> тематиках	Количество студентов, участвующих в <u>кафедральных</u> тематиках
36	-	1	2	36

Форма 3. Сведения о призерах и победителях олимпиад студентов

№ п/п	Мероприятие и дата проведения	Организатор	ФИО и группа		
			I место	II место	III место
-	-	-	-	-	-

Форма 4. Участие в конкурсах (в т.ч. фестивалях) студенческих работ и дипломных проектов

№ п/п	Мероприятие и дата проведения	Организатор	ФИО и группа		
			I место	II место	III место
1	-	-	-	-	-

## 17. Информация о научной и научно-технической деятельности, которая осуществлялась совместно научными учреждениями ДНР

Разработка конструкций усиления покрытия ООО «Мед-сателит»  
Обследование и разработка проекта капитального ремонта девятиэтажного дома г. Ясиноватая ООО «Бакарат» г. Таганрог; ООО «ГПК

ИНЖИНИРИНГ» договор о базе практики; ГУП «Донецкпроект» выполнение совместных проектов, внедрение результатов НИР; ОАО «ДЗВО» выполнение проектных и научно-исследовательских работ.

**18. Мероприятия, осуществленные совместно с городскими (районными) администрациями и направленные на повышение эффективности работы научных работников для решения актуальных проблем и нужд**

Не проводились