



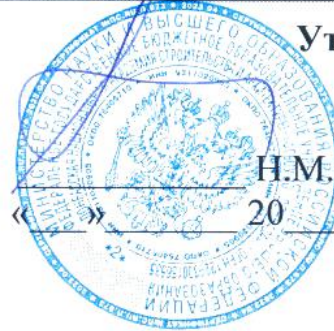
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**"ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ"**

Согласовано  
Проректор по научной работе



В.Ф. Мушанов  
«12» 12 2023 г.

Утверждаю  
Ректор



Н.М. Зайченко  
20 г.

**Отчет о научной работе кафедры**

**Металлические конструкции и сооружения**

за 2023 год

Зав. кафедрой  Е.В. Горохов

Утверждено на заседании кафедры МКиС

«\_\_» декабря 2023 г., протокол № 05/22-23

## **1. Адрес**

Макеевка, ул. Державина, 2, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», кафедра МКИС.

## **2. Руководитель**

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

## **3. Состав кафедры**

Штатные сотрудники:

- профессора – 2;
- доценты – 4;
- старшие преподаватели – 3;
- ассистенты – 2;
- преподаватели стажеры – нет.

Совместители внешние:

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

Совместители внутренние:

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

Докторанты – нет.

Аспиранты – нет.

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 «Академпромжилреструкция», 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 строительных конструкций зданий и сооружений, расположенных на территории Главной канализационной насосной станции Филиала «Донецкое ПУВКХ» ГУП ДНР «ВОДА ДОНБАССА» по адресу: г. Донецк, ул. Чемпионная, с	281 078,55	281 078,55

		разработкой отчета о техническом состоянии строительных конструкций		
2	ДДЦ	Обследование поврежденных после артобстрелов в 2022г. строительных конструкций здания ТЦ «Континент» с разработкой дополнительных конструктивных решений по ремонту строительных конструкций в связи с возникшими обстоятельствами при проведении ремонтно-восстановительных работ	184 234,01	184 234,01
3	ДДЦ	Обследование свода купола здания рынка отделения № 1/1 ГП «РЫНКИ ДОНБАССА» (Центральный крытый рынок), поврежденного в результате обстрела, с разработкой отчета о техническом состоянии и выдачей рекомендаций по приведению строительных конструкций в работоспособное состояние	600 181,89	600 181,89
4		Выполнение проектно-изыскательских работ «Капитальный ремонт. 1 этап. Закрытие теплового контура спортивного комплекса «Ильичевец», расположенного по адресу: 287525 Россия, ДНР, г. Мариуполь, ул. Нахимова д. 53	11 802 111,00	
	<b>Всего</b>		<b>11 967 605,45</b>	<b>1 065 494,45</b>

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

## **1. Оценка технического состояния свода купола Центрального крытого колхозного рынка в г. Донецк и разработка рекомендаций по их последующей эксплуатации**

### **Характеристика объекта:**

Возведение здания Центрального крытого рынка выполнялось с 1954г. по 1961 г. Здание принято на государственную охрану Решением исполкома Донецкого областного Совета народных депутатов от 28.12.1983 г. №622 как памятник архитектуры местного значения. Свод купола выполнен в виде полусферической оболочки диаметром 35.600 м, высотой 15.500 м. На отм. +13.400 м предусмотрено нижнее опорное кольцо диаметром 36.500 м для восприятия действия распора, на отм. +26.800 предусмотрен монолитный пояс (промежуточное опорное кольцо), на отм. +28.500 м предусмотрено верхнее опорное (фонарное) кольцо диаметром 3.600 м. Свод купола выполнен по ребристо-кольцевой конструктивной схеме из сборных железобетонных панелей криволинейного очертания в продольном и поперечном направлениях.

Для обслуживания купола и подъема оборудования на отметку +28.900 м предусмотрена лестница (рис.7), вращающаяся по оси вращения оболочки купола. Лестница выполнена в виде пространственной фермы пролетом 18.460 м. В поперечном разрезе пространственная ферма – прямоугольная с габаритными размерами 1250x1310 мм.

При обследовании строительных конструкций свода купола и лестницы были выявлены следующие повреждения, возникшие в результате обстрела:

- разрушение фонарного кольца с разрывом рабочей и конструктивной арматуры вследствие прямого попадания снаряда;
- разрушение полки железобетонной плиты свода купола с обрывом рабочей арматуры;

- деформация опорного узла горизонтальной фермы вследствие коррозионного износа (до 100% толщины элемента) и динамического воздействия ударной волны;
- множественные локальные сквозные повреждения верхней опорной балки осколками снаряда;
- поперечная сквозная трещина в теле верхней опорной балки.

В результате испытаний прочности образцов разрушающими методами контроля установлено: среднее значение прочности при сжатии образцов бетона 8,53 МПа; временное сопротивление разрыву образцов арматуры 520.34 Н/мм<sup>2</sup>.

По итогам проведения проверочного расчета параметров напряженно-деформированного состояния свода купола сделан следующий вывод: возникающие напряжения в поврежденной части свода купола не превышают расчетного сопротивления бетона, однако для предотвращения развития существующих повреждений и деформаций необходимо выполнить усиление фонарного кольца и поврежденных плит

По результатам обследования строительных конструкций, в соответствии с требованиями п. 5.1.5 ГОСТ 31937-2011, категория технического состояния строительных конструкций свода купола оценивается, как аварийная.

Для приведения свода купола здания Центрального крытого колхозного рынка в работоспособное состояние, необходимо выполнить восстановление строительных конструкций, с учетом требований актуальных строительных норм и правил, а также учесть следующие работы:

- выполнить усиление и восстановление фонарного кольца (рис.18);
- выполнить усиление ребер поврежденных плит свода купола (рис.19);
- восстановить светоаэрационный фонарь в проектных параметрах с сохранением архитектурно-исторического облика здания (рис.20);
- восстановить внутреннюю отделку свода купола;
- восстановить 100% площади конструкции кровли в осях «А-Б»;

- заменить поврежденные элементы обрамления купола;
- заменить поврежденное остекление оконных блоков;
- восстановить герметичность оконных блоков;
- выполнить капитальный ремонт лестницы и опорных балок с заменой отдельных элементов;
- работы, необходимые для устранения выявленных дефектов и повреждений, а также сопутствующие им.

### **Экспериментальные исследования процесса гололедообразования на проводах воздушных линий электропередачи**

Предметом специальных исследований являлся процесс гололедообразования на проводах ВЛ. В качестве объектов исследования были выбраны образцы проводов, наиболее часто используемые на воздушных линиях следующих классов напряжения: 10кВ, 35кВ и 110кВ. Целью данных исследований являлось изучение гололедообразования на проводах ВЛ и значений результирующей гололедной нагрузки, в зависимости от механических и геометрических параметров провода.

Исследования, проводимые в лабораторных условиях, позволяют решить ряд принципиальных задач: выявить характерные особенности протекания процесса гололедообразования на проводе, дать сравнительную оценку влияния некоторых факторов и др. Также экспериментальные исследования необходимы для проверки математической модели процесса гололедообразования.

Для достижения поставленной цели, на базе климатической камеры ДонНАСА была создана экспериментальная установка, с помощью которой моделировался процесс гололедообразования на образцах проводов ВЛ.

При проведении экспериментальных исследований основными выходными параметрами являются масса, размеры и форма гололедного отложения на проводе, которые зависят от климатических условий, геометрических характеристик и типа закрепления провода.



Для испытаний приняты по одному образцу провода каждого типа АС 70/11, АС 95/16, АС 120/19.

Экспериментальные исследования гололедообразования на проводах ВЛ были разделены на этапы:

– сравнительные испытания одного и того же образца провода ВЛ в двух параллельных опытах, в первом из которых образец закреплен жестко, а во втором имеет возможность свободного вращения вокруг своей оси. Целью данного этапа является сопоставление формы и массы гололедного отложения при качественно разных условиях закрепления образца провода.

– статистическая обработка результатов эксперимента, с целью получения регрессионных зависимостей характеризующих уровень гололедной нагрузки.

В итоге опытов, проведенных в экспериментальной установке, на образцах проводов ВЛ были смоделированы гололедные отложения, отвечающие условиям «влажного» нарастания гололеда. Результаты представлены в виде зависимостей изменений массы гололеда от времени гололедообразования для разных марок проводов и разных конструктивных условий крепления.

В результате параллельных опытов для одного и того же типа провода, но с различными условиями крепления были получены зависимости изменения значений массы гололедных отложений с течением времени, полученные путем усреднения данных измерений по трем сериям опытов.

Для каждого типа провода и условий крепления составлены регрессионные зависимости массы гололедного отложения от времени, которые представлены в виде полиномиальных уравнений третьего порядка и линейных уравнений.

Разработанная методика испытаний и созданная экспериментальная установка на базе климатической камеры ДонНАСА позволили провести экспериментальные исследования гололедообразования с варьированием типов проводов ВЛ в зависимости от конструктивных условий крепления. Отличие

массы гололедных отложений на исследованных образцах проводов, закрепленных жестко, и на образцах проводов, имеющих возможность вращения вокруг своей оси, не превышает 7-12%. При этом полученные экспериментально формы гололеда для проводов, закрепленных жестко, доказывают возможный положительный эффект от установки ограничителей закручивания – это локальное снижение сцепления гололеда с проводом за счет формирования односторонних гололедных отложений, что способствует сбросу гололеда с проводов.

Использование устройства измерения гололеда в составе автоматизированных метеопостов и учет изменения направления ветра по отношению к проводу ВЛ позволит прогнозировать уровень гололедной нагрузки на основании автоматических измерений метеопараметров в заданной географической точке.

Разработанные устройства измерения гололедных нагрузок прошли испытания и введены в эксплуатацию в качестве элемента общей системы испытательного оборудования Полигона испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений ГОУ ВПО «Донбасской национальной академии строительства и архитектуры».

## **2. Натурное освидетельствование арочных металлических конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец», г. Мариуполь**

В марте-апреле 2022 года вследствие ведения боевых действий в г. Мариуполе, несущие и ограждающие конструкции спорткомплекса «Ильичёвец» получили значительные повреждения от разрыва/взрыва снарядов. В связи с этим, возникла необходимость в обследовании и восстановлении несущих и ограждающих конструкций спорткомплекса.

Работы по обследованию пространственного покрытия центрального блока спорткомплекса «Ильичёвец» производились в марте 2023 г. сотрудниками кафедр: «Металлические конструкции и сооружения»,

«Теоретическая и прикладная механика», «Инженерная геодезия» ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры в рамках выполнения Договора о намерениях на выполнение проектных работ по объекту «Капитальный ремонт спортивного крытого комплекса «Ильичёвец», расположенного по адресу: 287525, ДНР, г. Мариуполь, ул. Нахимова, д.53».

По результатам анализа эксплуатационного состояния металлоконструкций покрытия, инструментальной съёмки и реальной несущей способности сооружения сделаны выводы о возможности его дальнейшей эксплуатации, а также даны предпроектные технические указания по усилению и ремонту несущих и связевых элементов.

Техническое состояние конструкций кровли на период проведения обследования оценивается как недопустимое.

### **Практические рекомендации по восстановлению несущих арочных конструкций покрытия центрального блока крытого комплекса «Ильичёвец»**

При усилении арочных ферм вдоль осей 8, 21, 24 выполняются следующие работы:

1. Демонтируется участок кровли между осями 7-9, 20-22 и 23-25.
2. Производится усиление четырех опорных узлов кровельных прогонов на фермах вдоль осей 7, 9, 20, 22, 23, 25.
3. Устанавливаются дополнительные подстропильные фермы по два ряда с каждой стороны от поврежденных участков указанных ферм. С целью обеспечения свободного хода/перемещения раскосов подстропильных ферм при поддомкрачивании арок – их раскосы к узловым фасонкам верхнего пояса (кровельного прогона) не привариваются.
4. Для опирания домкратных балок выполняется устройство монтажных опорных столиков на верхних поясах неповрежденных ферм вдоль осей 7, 9, 20, 22, 23, 25.

5. Изготавливаются и устанавливаются две домкратные балки на монтажные опорные столики неповрежденных ферм вдоль осей 7-9, 20-22 и 23-25.

6. Изготавливаются две траверсы и четыре U-образные тяги с нижними опорными вальцованными подкладками под поясную трубу Ø325мм.

7. В проушины траверс устанавливаются U-образные тяги. Между траверсами и домкратными балками устанавливаются гидравлические домкраты ДГ100П50 грузоподъемностью  $Q = 110$  тс. Путем закручивания гаек на тягах через упорные шайбы выбирается люфт между нижней плоскостью траверс и поршнями домкратов, а также между вальцованными накладками и трубой верхнего пояса.

8. Производится поддомкрачивание поврежденных арочных ферм двумя домкратами. Величины подъемов арочных ферм в зонах установки домкратов контролируются геодезической высотной съемкой. При достижении проектной величины подъема арок – между верхними опорными плитами домкратных балок и нижними плоскостями траверс подкладываются деревянные брусья (деревянные клетки) с деревянными клиньями под траверсами.

9. Вырезаются/удаляются поврежденные элементы панелей арочных ферм.

10. Выполняется замена поврежденных элементов ферм. Соединения поясов выполняются сварными на вальцованных накладках. Раскосы и стойки привариваются к узловым фасонкам двусторонними угловыми швами.

11. Производится приварка узловых фасонки раскосов подстропильных ферм к узловым фасонкам кровельных прогонов.

12. Производится раскружаливание отремонтированных арочных ферм путем поддомкрачивания и постепенного выбивания деревянных клиньев из-под траверс.

Анализ результатов выполненного обследования строительных металлических конструкций покрытия центрального блока крытого спорткомплекса «Ильичёвец» позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Аварийными являются арки, расположенные вдоль осей 22 и 24. Остальные арки признаны с недопустимым или ограниченно работоспособным состоянием.

2. Кровельные прогоны местами находятся в аварийном состоянии, вследствие их разрушения или появления в них значительных остаточных деформаций, со значительными остаточными прогибами в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

3. В целом, система горизонтальных связей по верхним и нижним поясам, затяжкам находится в ограниченно работоспособном состоянии.

4. В целом, система вертикальных связей между арками находится в ограниченно работоспособном состоянии.

5. В целом, ходовые мостики по затяжкам арок находятся в работоспособном состоянии.

6. Кровля находится в недопустимом состоянии.

7. В целом, кровельные фонари находятся в недопустимом состоянии.

8. В целом, поврежденные вследствие ведения боевых действий, металлические конструкции покрытия спорткомплекса «Ильичевец» находятся в аварийном состоянии.

9. Предложены практические рекомендации по восстановлению несущих арочных конструкций покрытия центрального блока крытого комплекса «Ильичёвец».

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

Научное сотрудничество с организациями кафедры МКиС проводила по следующим направлениям:

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

- Участие в VIII Международном симпозиуме «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений, который состоялся на базе ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, 17-21 мая 2023 года. Тема доклада: «Уточнение ветровой нагрузки на башенные металлические градирни с учетом особенностей конструктивной формы и этапов возведения». <http://8apscse.tstu.ru/>

- Организация с другими ВУЗами (СПбГАСУ, БГТУ им. В. Г. Шухова, МГСУ) и участие I Международной научно-практической конференции «Архитектура. Строительство. Информационные технологии» (АСИТ-2023) и молодёжная школа «Строитель-XXI», которая состоялась на базе Новороссийского филиала ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г.Новороссийск, 04-08 сентября 2023. Тема доклада: «Уточнение ветровой нагрузки на башенные металлические градирни с учётом сезонности работы и этапов возведения». <https://bgtu-nvrsk.ru/research/conferences/asit/2023>.

- Организация, проведение и участие в IX Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» на базе ФГБОУ ВО «ДонНАСА», г. Макеевка, 21 апреля 2023 года. Тема доклада: «Определение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки для 17-ти этажного здания с рамно-связевым каркасом в ПК Лира-САПР 2016 с учетом СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

– Международная научно-практическая конференция «Обследование зданий и сооружений» посвященная шестидесятилетию кафедры «Испытание сооружений» на базе НИУ МГСУ, г. Москва, 23 марта 2023 года. Тема доклада «Конструктивные и технические решения полигона испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений ДонНАСА». [https://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/Isp-Soor/nid/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-obsledovanie-zdaniy.php?sphrase\\_id=257886](https://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/Isp-Soor/nid/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-obsledovanie-zdaniy.php?sphrase_id=257886).

- Участие в Международном научно-практическом симпозиуме «Будущее строительной отрасли: Вызовы и перспективы развития», конференция «Расчет и проектирование металлических и деревянных конструкций» посвященная 110-летию со дня рождения Белени Е.И. и 130-летию со дня рождения Карлсена Г.Г. на базе ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», г. Москва, 20 сентября 2023. Тема доклада «Уточнение ветровой нагрузки на башенную металлическую градирню гиперболической формы с учётом монтажных стадий». <https://mgsu-conference.org/fci-2023/ru>

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

– обучение по программе «Архитектурно-строительное проектирование, строительство, реконструкция объектов капитального строительства», на базе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Мишура С.Н., 26 июля 2023г. -26 августа 2023г.

– обучение по программе повышения квалификации «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего образования по направлению подготовки Техника и технологии строительства» на базе ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, сентябрь-октябрь 2023 год.

– обучение по курсу «Сейсмика +» на базе STRUCTURISTIK с 4.11.2023 г по 15.01.2024 г, г. Санкт-Петербург, к.т.н. Титков С.О.

– участие в вебинаре «Коррозионная стойкость металлоконструкций: факторы риска и оптимальные решения», АРСС, 06.09.2023, г. Москва.

- участие в вебинаре «nanoCAD GeoniCS: проектирование защитных обвалований на примере обвалования резервуара», Нанософт, 26.09.2023, г. Москва.

## **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 4.** Натурное освидетельствование арочных металлических конструкций арочного покрытия спорткомплекса «Ильичёвец», г. Мариуполь.

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

**Объектом исследования** являются:

– металлические стальные конструкции покрытия центрального блока (стадиона) спортивного крытого комплекса «Ильичёвец» в г. Мариуполь.

**Цель работы:**

– исследование эксплуатационных свойств, анализ действительного состояния несущих конструкций, подготовка рекомендаций по дальнейшей нормальной эксплуатации металлоконструкций покрытия спортивного крытого комплекса «Ильичёвец», предпроектные указания по ремонту и усилению несущих конструкций.

**За 2023 г. выполнено:**

– определение планово-высотных размеров пространственного покрытия спорткомплекса «Ильичёвец»;

– геодезическая съемка высотных отметок несущих конструкций пространственного покрытия спорткомплекса «Ильичёвец»;



– поверочные прочностные расчеты для определения соответствия несущих конструкций пространственного покрытия спорткомплекса «Ильичевец» требованиям действующих нормативных документов;

– выдача материалов по техническому состоянию конструкций и элементов покрытия, предпроектные указания по усилению и реконструкции несущих конструкций пространственного покрытия спорткомплекса «Ильичевец».

В результате исследований получены практические рекомендации по восстановлению несущей способности большепролетных пространственных металлических конструкций покрытий спортивных объектов.

**Раздел 6. Восстановление транспортной инфраструктуры донбасса. мостовые сооружения.**

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

**Объектом исследования** являются:

– транспортные сооружения – мосты и путепроводы на автодорогах Донбасса, пешеходные переходы.

**Цель работы:**

– натурное освидетельствование эксплуатируемых и поврежденных вследствие ведения боевых действий мостовых сооружений, уточнение временных подвижных нагрузок, действующих на мостовые сооружения, определение остаточного ресурса мостовых сооружений с учетом их усталостного износа;

В процессе работы планируется выполнение следующих **задач:**

– проведение мероприятий по обследованию и натурному освидетельствованию несущих конструкций мостовых сооружений, выявления в несущих конструкциях опор и пролетных строений наиболее значимых

дефектов и повреждений, снижающих несущую способность и эксплуатационную долговечность;

- анализ данных о повреждениях мостовых конструкций на автодорогах Донбасса;

- анализ оценки влияния дефектов и повреждений на несущую способность пролетных строений и опор мостовых сооружений;

- определение фактических грузопотоков и уточнение действующих вертикальных нагрузок от транспортных средств на пролетные строения в условиях Донбасса;

- выполнение статических и динамических расчетов конструкций пролетных строений и опор с повреждениями и без них;

- определение фактической грузоподъемности и остаточного ресурса мостовых сооружений, эксплуатируемых на дорогах Донбасса;

- определение усталостного ресурса эксплуатируемых мостовых сооружений;

- выдача рекомендаций по восстановлению несущей способности несущих конструкций мостовых сооружений;

В результате исследований предполагается получить данные о состоянии транспортных мостовых сооружений на автодорогах Донбасса, классификацию наиболее значимых дефектов и повреждений, влияющих на несущую способность, практические рекомендации по восстановлению несущей способности мостовых сооружений.

За 2023 г. **выполнено:**

1. Сбор, обработка и анализ информации о повреждениях опор и пролетных строений транспортных сооружений мостового типа на автодорогах Донбасса

2. Оценка влияния дефектов и повреждений на несущую способность мостовых конструкций.

## **Раздел 7. 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 2023 г. **выполнено:**

1. Анализ методов технического обслуживания высотных сооружений, способов диагностики и оценки остаточного ресурса. Разработка логически согласованной системы основных понятий, описывающих процедуру оценки технического состояния

2. Разработка принципов иерархического разбиения высотных сооружений на подсистемы и перехода при оценке технического состояния от элемента к сооружению в целом.

3. Анализ повреждаемости эксплуатируемых стальных дымовых труб котельных и промышленных предприятий.

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 прогнозирования технического состояния, разработка методов моделирования зданий и сооружений при статическом и динамическом расчетах с учетом дефектов и повреждений» (промежуточный, этап 1 (02.05.2023-31.12.2023 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**

ГОУ ВПО Донбасская Национальная академия строительства и архитектуры.

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

### **Задание 1**

**Тема задания:**

«Повышение надежности объектов энергосбережения Донбасса на основании мониторинга и моделирования действия гололедно-ветровых нагрузок и воздействий на воздушные линии электропередачи с учетом влияния дефектов и повреждений».

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

**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;  
– гололедно-ветровые и аварийные нагрузки на электросетевые конструкции.

## **9. Суть процесса исследования**

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.

Принципиальным является уточнение гололедно-ветровых нагрузок. Работа базируется на современных методах оценки и мониторинга климатических нагрузок в зависимости от места расположения и конструктивных особенностей воздушных линий.

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.

Методика формулирует требования 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. Введение

критерия надежности и соответствующего механизма количественной оценки позволяет осознанно управлять прочностью создаваемых новых ВЛ с учетом их назначения, ответственности, срока службы и способа эксплуатации путем установления желаемых уровней надежности. Помимо этого, открывается возможность оценки величины фактической надежности действующих линий с учетом их остаточного времени эксплуатации.

При этом ликвидированы расхождения в предыдущих нормативных документах, которые регламентируют порядок выполнения работ по обследованию, оценки технического состояния воздушных линий электропередачи, а также согласованы общие подходы и категории технического состояния с перечнем действующей нормативной документации по паспортизации строительных конструкций.

## **10. Основные научные результаты**

1. В результате математической обработки данных заводов-изготовителей установлены зависимости трудоемкости расчетных операций изготовления металлоконструкций опор ВЛ от массы, количества основных деталей и числа отверстий, подтверждающие правильность теоретических предпосылок.

2. Исследованы строительные коэффициенты трудоемкости, позволяющие подсчитывать трудоемкость вспомогательных деталей на начальных стадиях проектирования.

3. Изучено влияние класса прочности стали на трудоемкость изготовления конструкций высоковольтных линий. Разработана методика определения трудоемкости изготовления и стоимости основных, материалов из сталей повышенной прочности.

4. На основе проведенных хронометражных наблюдений получены закономерности изменения трудоемкости в зависимости от величины серии по отдельным технологическим операциям изготовления и по переделу в целом. Для определения количественных значений влияния серийности на трудоемкость вычислены коэффициенты серийности.

5. Исследована структура заводской стоимости. Предложены формулы для определения основных стоимостных показателей.

6. С помощью корреляционного анализа установлены зависимости для определения трудоемкости и стоимости монтажа конструкций опор ВЛ. Основой послужили данные хронометража нормативно-исследовательских станций.

7. С целью использования методики технико-экономического анализа для оптимизации конструкций по стоимости разработан алгоритм определения стоимости "в деле" опор ВЛ.

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

Смирнова Н.С. «Оптимизация реконструкции ВЛ с учетом надежности электроснабжения потребителей», руководитель: д.т.н., проф. Горохов Е.В.

**12. В работе принимали участие:** - аспиранты, 2 - студенты.

### **13. Цель и предмет работы**

Цель работы:

– разработка и усовершенствование методических основ определения технического состояния конструкций электросетей, которые находятся в долговременной эксплуатации, при действии гололедно-ветровых нагрузок;

– оптимизация конструктивной формы, определение напряженно-деформированного состояния основных конструктивных элементов, которые базируются на численных и экспериментальных исследованиях работы электросетевых конструкций;

– обеспечение эксплуатационной надежности проектирования и реконструкции за счет определения ресурса объекта и оценки конструктивных рисков с учетом накопления несовершенств в процессе эксплуатации.

### **14. Перечень основных заданий**



Основные задачи:

– разработка методики определения состояния опор и других конструктивных элементов ВЛ, позволяющей оценивать техническое состояние объектов воздушных линий электропередачи на основании усовершенствования процесса определения гололедно-ветровых нагрузок на опоры ВЛ при реконструкции;

– поведение отдельных элементов и узлов опор воздушных линий в процессе образования дефектов и повреждений и накопления этих несовершенств.

**Проблемы, которые решаются реализацией работы:**

– определение напряженно-деформируемого состояния основных конструктивных элементов опор ВЛ;

– принципы определения действительных гололедно-ветровых нагрузок на ВЛ, которые находятся в эксплуатации, на основании анализа периода повторяемости нагружений, которые действуют на конструкции без их отказа;

– усовершенствование методики определения технического состояния воздушных линий электропередачи, а также их мониторинга с разработкой основ паспортизации ВЛ;

– разработка алгоритма определения стоимости "в деле" опор ВЛ на основе послужили хронометража нормативно-исследовательских станций и использования методики технико-экономического анализа для оптимизации конструкций по стоимости

## **15. Реализация заданий работы**

Основные составные части методики определения технического состояния электросетевых конструкций на основании мониторинга и моделирования действия гололедно-ветровых нагрузок, а также оптимизации конструкций по стоимости, включают следующие разделы:

- принципы учета влияния топографических условий места расположения воздушной линии электропередачи на повышение ветрового давления и гололедных нагрузок;
- анализ разнообразных форм топографии и их классификация по возможному влиянию на гололедно-ветровые нагрузки;
- методика определения “выбросов” гололедно-ветровой нагрузки;
- принципы определения климатических нагрузок в горной местности;
- определение зависимостей климатических нагрузок от места расположения строительной площадки;
- принципы сглаживания климатических данных по территории;
- определение территориальных зон повышенной опасности для работы электрической сети;
- определение трудоемкости основных технологических операций расчетом в зависимости от параметров конструктивной формы и технологии изготовления. Учет нерасчетных операций коэффициентом

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

1. В результате математической обработки данных заводов-изготовителей установлены зависимости трудоемкости расчетных операций изготовления металлоконструкций опор ВЛ от массы, количества основных деталей и числа отверстий, подтверждающие правильность теоретических предпосылок.

2. Исследованы строительные коэффициенты трудоемкости, позволяющие подсчитывать трудоемкость вспомогательных деталей на начальных стадиях проектирования.

3. Изучено влияние класса прочности стали на трудоемкость изготовления конструкций высоковольтных линий. Разработана методика определения трудоемкости изготовления и стоимости основных, материалов из сталей повышенной прочности.

4. На основе проведенных хронометражных наблюдений получены закономерности изменения трудоемкости в зависимости от величины серии по

отдельным технологическим операциям изготовления и по переделу в целом. Для определения количественных значений влияния серийности на трудоемкость вычислены коэффициенты серийности.

5. Исследована структура заводской стоимости. Предложены формулы для определения основных стоимостных показателей.

6. С помощью корреляционного анализа установлены зависимости для определения трудоемкости и стоимости монтажа конструкций опор ВЛ. Основой послужили данные хронометража нормативно-исследовательских станций.

7. С целью использования методики технико-экономического анализа для оптимизации конструкций по стоимости разработан алгоритм определения стоимости "в деле" опор ВЛ.

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

Методика определения состояния опор и других конструктивных элементов ВЛ позволяет оценивать техническое состояние объектов воздушных линий электропередачи на основании усовершенствования процесса определения гололедно-ветровых нагрузок на опоры ВЛ при реконструкции.

Методика является оригинальной в отечественной науке в сфере определения технического состояния и остаточного ресурса опор ВЛ.

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 эффективный экономический механизм страхования 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;

– значения риска для данного класса объекта – представителям страховых компаний.

#### 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:

– методики относительно учета гололедно-ветровых нагрузок при оценке технического состояния воздушных линий электропередачи и пересчета элементов воздушных линий по результатам обследований 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.**

<b>№</b>	<b>Авторы</b>	<b>Название работы</b>	<b>Название издания, где опубликована работа (название журнала, название научно-метрической базы)</b>	<b>Том, номер (выпуск, первая-последняя страницы работы)</b>
1	Anton Tanasoglo, Igor Garanzha	Experimental researches of elastomeric materials to stabilize the oscillation of power grid structures	E3S Web of Conferences, AFE-2023 Volume 371, 28 February 2023	Article Number 03022
2	Igor Garanzha, Anton Tanasoglo, Serafim Fomenko	The numerical-analytical method for solving the stability problem for spatial lattice structures of power lines' supports	<b>Scopus</b> Proceedings of the II scientific conference «Modelling and methods of structural analysis», 11–13 November 2021.  AIP Conference Proceedings, 4 May 2023	Volume 2497, Issue 1
3	Горохов Е.В., Смирнова Н.С., Шелихова Е.В.	Система управления реконструкцией опор ВЛ с учетом требований эксплуатации и надежности энергоснабжения потребителей	Металлические конструкции  Макеевка	2023 – Т.29, №1  С. 33-45

<b>№</b>	<b>Название</b>	<b>Вид работы</b>	<b>Выходные данные</b>	<b>Авторы</b>
----------	-----------------	-------------------	------------------------	---------------

**22. Основные выводы**

1. В результате математической обработки данных заводов-изготовителей установлены зависимости трудоемкости расчетных операций изготовления металлоконструкций опор ВЛ от массы, количества основных деталей и числа отверстий, подтверждающие правильность теоретических предпосылок.

2. Исследованы строительные коэффициенты трудоемкости, позволяющие подсчитывать трудоемкость вспомогательных деталей на начальных стадиях проектирования.

3. Изучено влияние класса прочности стали на трудоемкость изготовления конструкций высоковольтных линий. Разработана методика определения трудоемкости изготовления и стоимости основных, материалов из сталей повышенной прочности.

4. На основе проведенных хронометражных наблюдений получены закономерности изменения трудоемкости в зависимости от величины серии по отдельным технологическим операциям изготовления и по переделу в целом. Для определения количественных значений влияния серийности на трудоемкость вычислены коэффициенты серийности.

5. Исследована структура заводской стоимости. Предложены формулы для определения основных стоимостных показателей.

6. С помощью корреляционного анализа установлены зависимости для определения трудоемкости и стоимости монтажа конструкций опор ВЛ. Основой послужили данные хронометража нормативно-исследовательских станций.

7. С целью использования методики технико-экономического анализа для оптимизации конструкций по стоимости разработан алгоритм определения стоимости "в деле" опор ВЛ.

#### **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). – № 201911817 ; заявл. 18.04.2019; опубл. 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; опубл. 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.

## **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**



Численные исследования параметров усиления стальных дымовых труб высотой до 100 м путем установки оттяжек показали:

1. Установлено, что напряжение в оттяжках уменьшается пропорционально квадрату диаметра оттяжек, и соответственно, усилие в оттяжках увеличиваются. При диаметре от 21 до 36 мм усилие в оттяжках увеличиваются для трёх оттяжек на 33 % для 1-го уровня и 46 % для 2-го уровня оттяжек, для четырех оттяжек в плане на 33 % для 1-го уровня, 36 % для 2-го уровня.

2. Изгибающие моменты и напряжения в стволе трубы при расчетном сочетании ветровой нагрузки и температуры  $+40^{\circ}$  уменьшаются пропорционально величине диаметра оттяжки. При диаметре оттяжек от 21 до 36 мм изгибающие моменты в стволе трубы уменьшаются для трёх оттяжек на 48 %, для четырёх – 46 %, а напряжения для трёх на 37 %, для четырех – 35 %. С учетом экономии материала и условия снижения нагрузки от предварительного натяжения на основание, рационально принимать диаметр оттяжек 25-31 мм.

3. Получены диаграммы изменения изгибающих моментов в стволе трубы при варьировании предварительного напряжения оттяжек для четырех оттяжек в узле и диаметре оттяжек 25 мм и 31 мм. При ослаблении напряжения оттяжек наблюдается резкое возрастание изгибающего момента. Далее, при увеличении предварительного напряжения (от 40/68 МПа) в 3 раза, происходит плавное уменьшение изгибающего момента на 15 % при диаметре 25 мм; на 22% при диаметре оттяжек 31 мм. Наиболее рационально принимать предварительное напряжение, которое соответствует горизонтальному участку графика в пределах 60-100 МПа для 1-го уровня и 102-170 МПа для второго.

4. Величина усилия 1-го уровня оттяжек при углах наклона к горизонтали от  $20^{\circ}$  до  $80^{\circ}$  увеличивается в 3,4 раза. Соответственно, для 2-го уровня оттяжек при углах наклона от  $20^{\circ}$  до  $84^{\circ}$  усилие в оттяжках увеличиваются в 1,3 раза. При углу наклона оттяжек  $80^{\circ}/84^{\circ}$  усилия в оттяжках почти одинаковой величины, наблюдается ослабление второй оттяжки.

5. Минимальные изгибающие моменты в стволе трубы возникает при углах наклона оттяжек близком  $30^\circ/43^\circ-45^\circ/58^\circ$ , максимальный – при углах  $80^\circ/84^\circ$ . Полученные зависимости изменения напряжений в стволе с четырьмя оттяжками в плане при различных углах наклона оттяжек к горизонтали показали, что при увеличении угла наклона к горизонтали от  $20^\circ$  до  $84^\circ$  напряжения в стволе трубы возрастает в 2,5-2,6 раза.

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

асс. Оленич Е.Н. защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения. Тема диссертации: «Несущая способность дымовых труб на оттяжках с учётом технического обслуживания». Руководитель: д.т.н., проф. Губанов В.В.

**12. В работе принимали участие:** аспиранты – 1; студенты – 3.

#### **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.

### **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**

Разработана методика расчета влияния параметров оттяжек на напряженно-деформированное состояние оболочек дымовых труб при выполнении усиления путем установки оттяжек и при замене оттяжек.

По результатам выполнения численных экспериментов получено

1. Установлено, что напряжение в оттяжках уменьшается пропорционально квадрату диаметра оттяжек, и соответственно, усилие в оттяжках увеличиваются.

2. Изгибающие моменты и напряжения в стволе трубы при расчетном сочетании ветровой нагрузки и температуры  $+40^{\circ}$  уменьшаются пропорционально величине диаметра оттяжки. При диаметре оттяжек от 21 до 36 мм изгибающие моменты в стволе трубы уменьшаются для трёх оттяжек на 48 %, для четырёх – 46 %, а напряжения для трёх на 37 %, для четырёх – 35 %.

3. Получены диаграммы изменения изгибающих моментов в стволе трубы при варьировании предварительного напряжения оттяжек для четырех оттяжек в узле и диаметре оттяжек 25 мм и 31 мм. При ослаблении напряжения оттяжек наблюдается резкое возрастание изгибающего момента. Далее, при увеличении предварительного напряжения (от 40/68 МПа) в 3 раза, происходит плавное уменьшение изгибающего момента на 15 % при диаметре 25 мм; на 22% при диаметре оттяжек 31 мм. Наиболее рационально принимать предварительное напряжение, которое соответствует горизонтальному участку графика в пределах 60-100 МПа для 1-го уровня и 102-170 МПа для второго.

4. Величина усилия 1-го уровня оттяжек при углах наклона к горизонтали от  $20^{\circ}$  до  $80^{\circ}$  увеличивается в 3,4 раза. Соответственно, для 2-го уровня оттяжек при углах наклона от  $20^{\circ}$  до  $84^{\circ}$  усилие в оттяжках увеличиваются в 1,3 раза. При углу наклона оттяжек  $80^{\circ}/84^{\circ}$  усилия в оттяжках почти одинаковой величины, наблюдается ослабление второй оттяжки.

5. Минимальные изгибающие моменты в стволе трубы возникает при углах наклона оттяжек близком  $30^{\circ}/43^{\circ}$ - $45^{\circ}/58^{\circ}$ , максимальные – при углах  $80^{\circ}/84^{\circ}$ . Полученные зависимости изменения напряжений в стволе с четырьмя оттяжками в плане при различных углах наклона оттяжек к горизонтали показали, что при увеличении угла наклона к горизонтали от  $20^{\circ}$  до  $84^{\circ}$  напряжения в стволе трубы возрастает в 2,5-2,6 раза.

## **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 2023 году и планируемые в рамках данной научной темы исследования позволяют:

- разработать требования к конструктивной форме стальных дымовых труб при наличии оттяжек в одном и двух уровнях;
- существенно уточнить разработать методику проектирования и расчета основных узлов дымовых труб на оттяжках;
- уточнить методы расчета для изыскания резервов несущей способности и продления срока службы высотных сооружений;

– выбирать конструктивные параметры канатов при выполнении усиления дымовых труб путем установки оттяжек, а также при выполнении замены оттяжек вследствие их износа.

### **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;

– 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, обслуживания и усиления высотных сооружений.

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

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

1. Губанов, В. В. Особенности износа стальных дымовых труб на оттяжках / В.В. Губанов, Е.Н. Оленич. – Текст : непосредственный // Металлические конструкции – 2022. – Т. 28, № 4. – С. 167-181. [Электронный ресурс].

### **22. Основные выводы**

1. Разработана методика расчета параметров оттяжек при выполнении усиления дымовых труб и замене оттяжек. Данная методика основана на

результатах прямого численного расчета систем нелинейных уравнений в программном комплексе MathCad.

2. На основании численных исследований разработаны конструктивные решения по восстановлению дымовых труб, включающие натяжение и замену оттяжек. Данные решения способствуют повышению долговечности дымовых труб с оттяжками и облегчают выполнение технического обслуживания. Определены зависимости для определения диаметра оттяжек ( $d=16,6+0,115H$ ) и предварительного напряжения оттяжек ( $\sigma_{01}= -10,882+0,8088H$ ,  $\sigma_{02} = -19,706+1,397H$ )

узла дымовых труб, которая позволяет вычислить усилия в кольцевой балке с учетом количественных характеристик износа отдельных элементов узла. Для разработки инженерной методики расчета лацменного узла с учетом износа необходимо выполнить дальнейшие исследования напряженно-деформированного состояния при различных диаметрах и толщинах оболочки дымовых труб, а также при различных условиях нагружения.

3. Дальнейшие исследования должны включать:

– исследование количественных параметров износа и прогнозирование остаточного ресурса стальных высотных сооружений, систематизация дефектов и повреждений;

– исследование влияния дефектов и повреждений на несущую способность высотных сооружений с выявлением критических параметров и их граничных значений;

– разработка методик продления срока службы стальных высотных сооружений трб в условиях износа, ремонта и усиления, которые позволяют принимать технические решения и планировать мероприятия по технической эксплуатации.

### **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 рамных узлов со стойками из круглых труб, заполненных бетоном, и ригелями двутаврового сечения;
- напряженно-деформированное состояние рамных узлов со стойками из гнутосварных замкнутых профилей (ГСП), заполненных бетоном, и ригелями с применением ГСП;
- прочность сцепления по контакту внутренней поверхности трубы и бетонного ядра в зависимости от уровня нагрузки на трубобетонный элемент.

### **8. Объект исследования**

Рамные узлы многоэтажных зданий с применением трубобетонных стоек из круглых труб и гнутосварных замкнутых профилей (ГСП), с ригелями двутаврового сечения и ГСП.

### **9. Суть процесса исследования**

Исследования выполняются численными и экспериментальными методами. 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 узла с

изменяющимися геометрическими и физико-механическими параметрами. МКЭ заложен в ряд лицензированных программных комплексов (ПК), которые сейчас доступны в ДНР: Лира - САПР 2017; Лира – САПР 2019; SCAD Office 11.5.

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

Экспериментальные исследования выполняются с использованием тензометрического метода - путем наклейки тензодатчиков сопротивления с базой 10 мм (на бумажной основе) в характерных зонах узлов. Снятие показаний по тензодатчикам в процессе статических испытаний узлов с изменяющейся толщиной стенки круглой трубы, позволило определить: меридиональные, кольцевые, главные и эквивалентные по IV-й (энергетической) напряжения. Установка индикаторов часового типа в зонах примыкания ригелей к трубобетонным стойкам позволяет в процессе нагружения определить поперечные деформации круглой трубы от распора бетонного ядра внутри трубы и поперечных горизонтальных деформаций ригелей, вызванных их изгибом.

Результаты тензометрии и измерения деформаций в трубобетонных стойках, полученные при проведении экспериментальных исследований, проверяются на сходимость с компонентами НДС, найденными в результате численных исследований. На основании выполненных теоретических, численных и экспериментальных исследований предполагается разработка инженерной методики расчета рамных трубобетонных узлов многоэтажных зданий.

## **10. Основные научные результаты**

Экспериментально определен коэффициент трения бетона по стальной поверхности, который позволяет уточнить: граничные условия в численных

моделях, созданных в ПК «Ли́ра-САПР», НДС в стальной трубе и бетонном ядре в зоне примыкания ригелей к трубобетонной стойке.

Численными методами с использованием ПК «Ли́ра-САПР 2017» выполнены исследования рамного узла с применением трубобетонной стойки и ригелей из ГСП с бесфасоночным примыканием к стойке. Определены кольцевые, меридиональные, главные и эквивалентные напряжения в характерных зонах соединения узловых элементов, в том числе, с учетом сил сцепления по контакту бетон-сталь.

Экспериментально, тензометрическим методом исследовано НДС двух трубобетонных рамных узлов со стойкой из круглой трубы переменной толщины и ригелями из прокатных двутавров. Определено распределение нормальных кольцевых, меридиональных, главных и эквивалентных напряжений в характерных зонах узлов. Экспериментальные исследования позволяют определить сходимость компонент НДС в узлах с результатами численных исследований, и, в дальнейшем, разработать инженерную методику расчета рамных трубобетонных узлов с применением круглых труб.

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

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

Белый Д.В. «Напряженно-деформированное состояние рамных трубобетонных узлов из гнутосварных замкнутых профилей», руководитель к.т.н., доц. Миронов А.Н.

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

#### **13. Цель и предмет работы**

- исследование работы жёстких рамных узлов трубобетонных конструкций с применением круглых труб, заполненных бетоном и ригелей двутаврового сечения;
- исследование работы жестких рамных узлов трубобетонных конструкций с применением ГСП, заполненных бетоном, и ригелей из ГСП с бесфасоночным примыканием на сварке к трубобетонным стойкам;
- разработка рекомендаций по расчёту и проектированию рамных узлов трубобетонных конструкций на основании теоретических и экспериментальных исследований.

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

Основные задачи:

- анализ НДС рамных узлов с примыканием двусторонних ригелей двутаврового сечения к трубобетонной стойке из круглых труб;
- анализ НДС рамных узлов с бесфасоночным примыканием двусторонних ригелей из ГСП к трубобетонной стойке из ГСП;
- теоретические исследования изменения НДС узлов при различных изменяющихся параметрах геометрии круглой трубы и ГСП;
- экспериментальные исследования работы узлов при статических нагрузках;
- определение сходимости выполненных теоретических численных исследований НДС с результатами экспериментальных исследований;
- разработка методики расчёта рамных трубобетонных узлов и практических рекомендаций по их конструированию.

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

В ПК «Лира САПР 2017» разработаны численные модели рамных трубобетонных узлов. Выполнен расчет моделей без проскальзывания и с проскальзыванием бетона по внутренней поверхности стенки трубы с учетом

коэффициента трения бетона по стальной поверхности, найденного экспериментальным путем.

В процессе экспериментальных исследований рамных трубобетонных узлов со стойками из круглых труб определены:

- компоненты плоского НДС в характерных зонах, построены эпюры кольцевых, меридиональных и главных напряжений в характерных сечениях узлов;

- поперечные деформации круглой трубы в зоне примыкания ригелей двутаврового сечения, вызванные распором бетонного ядра внутри трубы от сжимающей нагрузки гидравлическим прессом и изгибными деформациями ригелей.

Выполнено сравнение компонент напряженного состояния, полученных экспериментальным путем, с результатами численных исследований.

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

- по результатам численных исследований рамных узлов МКЭ с применением трубобетонных стоек и ригелей из ГСП с бесфасоночным соединением элементов, определены зоны с максимальными компонентами плоского и объемного напряженного состояния;

- численными методами с применением МКЭ определены зоны, где возникают пластические деформации в оболочке трубобетонной стойки, зоны растяжения в бетоне трубобетонного ядра, зоны с интенсивным развитием пластических деформаций в сжатой зоне бетона как в узлах из круглых труб, так и в узлах из ГСП;

- при выполнении численных исследований всех моделей узлов учтено трение бетонного ядра о стенки ГСП, что позволило уточнить значения компонент НДС в характерных зонах и сечениях;

- экспериментально определены уровни нагрузок, при которых происходит нарушение сцепления бетонного ядра с внутренней поверхностью

оболочки трубы стойки, определен осредненный коэффициент трения бетона о сталью;

– экспериментально, тензометрическим методом, определены значения меридиональных, кольцевых и главных напряжений в характерных сечениях трубобетонных стоек из круглой трубы с изменяющейся толщиной стенки от уровня осевой нагрузки на трубобетонный элемент и поперечной нагрузки на ригели.

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

В настоящее время в отечественную практику строительства активно внедряются трубобетонные конструкции, зачастую в виде колонн и стоек, испытывающих центральное или внецентренное сжатие от вертикальных и горизонтальных нагрузок. Существующие инженерные методики рассматривают расчет линейных элементов без узловых соединений, однако, надежность несущих конструкций зданий и сооружений чаще всего определяется прочностью и устойчивостью элементов узлов, а также их соединений (сварных, болтовых, фрикционных и т.д.).

Таким образом, выполняемые исследования являются актуальными и востребованными для практических целей строительства.

### **18. Практическая ценность**

Современное строительство характеризуется увеличением пролетов и высот сооружений, ростом крановых нагрузок, увеличением веса технологического оборудования. Все это требует применения стержней в виде стоек, обладающих высокой несущей способностью при малых поперечных сечениях. Всем этим требованиям успешно отвечают трубобетонные конструкции. Использование трубобетонных элементов может привести к уменьшению поперечного сечения, экономии стали и бетона, и, следовательно, уменьшению собственного веса конструкций.

Конечным выходом работы является инженерная методика расчета рамных трубобетонных узлов на прочность в зависимости от применяемых материалов, параметров поперечного сечения круглой трубы стойки и действующих усилий в узлах.

### **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 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

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

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

<b>№</b>	<b>Авторы</b>	<b>Название работы</b>	<b>Название издания, где опубликована работа (название журнала, название научно-метрической базы)</b>	<b>Том, номер (выпуск, первая-последняя страницы работы)</b>
1	А.Н. Миронов, К.В. Парасюк	Определение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки для 17-ти этажного здания с рамно-связевым каркасом в ПК Лира-САПР 2016 с учетом СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»	Металлические конструкции Макеевка	2023 – Т.29, №1 С. 5-21

2	Миронов А.Н., Смирнова Н.С., Оленич Е.Н., Мущанов А.В.	Натурное освидетельствование арочных металлических конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец», г.Мариуполь	Металлические конструкции  Макеевка	2023 – Т.29, №3  С.
---	---	---	--	---------------------------

## 22. Основные выводы

1. Разработаны численные модели рамных трубобетонных узлов из ГСП с бесфасоночным примыканием ригелей к стойкам и изменяющимися параметрами профильной трубы в ПК «Лира САПР 2017».

2. Экспериментально выполнено исследование сцепления бетона по стальной поверхности, определен коэффициент трения по контакту двух материалов бетон-сталь.

3. Учет трения по контакту бетон-сталь в трубобетонном элементе позволил уточнить граничные условия, и, соответственно, НДС в ранее созданных численных моделях узлов в ПК «Лира-САПР 2017».

4. Экспериментально с использованием тензодатчиков сопротивления определены компоненты напряженного состояния в трубобетонной стойке из круглых труб, выполнено сравнение теоретических напряжений, найденных численными методами, с экспериментальными значениями.

5. Экспериментально определены поперечные деформации в трубобетонной стойке из круглой трубы в зонах примыкания ригелей из прокатных двутавров, определена сходимость теоретических деформаций с экспериментальными.

6. Экспериментально определено изменение меридиональных, кольцевых и главных напряжений в характерных сечениях и зонах трубобетонных узлов в зависимости от уровня прикладываемой осевой и поперечной нагрузки.

### Результаты патентного поиска:



1. Пат. 2691249 Российская Федерация, МПК E04B 1/38 (2006.01), E04B1/22 (2006.01). Узел сопряжения трубобетонных колонн с балками перекрытий / Веселов В. В., Абатурова Т. Д.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I". – 2018129510; заявл. 13.08.2018; опубл. 11.06.2019, Бюл. № 17. – 2 с. : 11 ил.

2. Пат. 2350717 Российская Федерация, МПК E04B 1/18 (2006.01), E04B1/22 (2006.01). Высотное здание / Бикбау М.Я., В. В., Бикбау Я. М.; заявитель и патентообладатель Бикбау М.Я., В. В., Бикбау Я. М. – 2007123786/03; заявл. 26.06.2007; опубл. 27.03.2009, Бюл. № 19. – 18с. : ил.

**Выводы** о проведенном патентном поиске: имеющиеся патенты, которые распространяются на принятые объекты исследований, не связаны с задачами данного исследования, что обосновывает новизну задания № 3 кафедральной тематики.

#### **Задание 4**

##### **Тема задания:**

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

**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 большепролетных конструкций с учетом уточнённой расчетной схемы и методов оптимального проектирования.

**10. Основные научные результаты:**

– предложены подходы для определения показателей надёжности многократно статически неопределимой стержневой системы, характеризующие ее склонность к прогрессирующему разрушению. Вычисляемые показатели особенно важны при проектировании большепролетных конструкций с высоким уровнем ответственности, для которых важно расчётным путём обеспечить требуемый уровень надёжности и живучести. Основные положения разработанного подхода прошли опытную апробацию при разработке и реализации проекта усиления большепролетных несущих конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец» (г. Мариуполь). Зафиксировано хорошее соответствие результатов теоретических исследований с данными натурного освидетельствования на всех этапах усиления конструкций.;

– разработан уточненный метод оценки совместной работы мембранного полотна произвольной геометрии и подкрепляющих элементов. Для плоской подкрепленной мембраны получены значения величин напряжений в зависимости от её толщины. Растёт доля усилий, воспринимаемых мембраной

по сравнению с подкрепляющим элементом. При этом длина участка, вовлекаемого в совместную работу с подкрепляющим элементом, остаётся практически неизменной. Искривление плоской мембраны приводит к более активному вовлечению мембраны в совместную работу с подкрепляющим элементом;

– тестовые расчеты, выполненные на основе аналитических и численных методов, показали высокую эффективность провисающих мембранных оболочек с оптимальными параметрами в качестве покрытий вертикальных цилиндрических резервуаров. Предложены численные модели, учитывающие особенности работы мембранных покрытий в составе резервуаров. Установлено, что применение мембранных систем позволяет уменьшить вес металлоконструкций покрытия на 45%...50%, по сравнению с типовыми купольными покрытиями. При этом общий расход стали на резервуар снижается до 12%.;

– предложен и реализован метод оптимизации параметров структурных конструкций покрытий из круглых труб;

– на основании экспериментальных и численных исследований установлены особенности влияния ветрового давления на конструктивные элементы отдельно стоящего резервуара и находящегося в группе. Выявлено значительное влияние интерференционных эффектов для аэродинамических давлений на стенку и крыши резервуаров, эксплуатируемых в группе, по сравнению с одиночными резервуарами;

– рассмотрены вопросы повышения устойчивости стенок резервуаров большого объёма, путём рационального размещения колец жёсткости и учета влияния винтовых лестниц.

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

асс. Шпиньков В.А. (каф. ТПМ).

**12. В работе принимали участие:** 1 - аспирант, 3 – 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 методов и методик выполнения численных и экспериментальных исследований (Этап календарного плана на 2023 г);

2. Разработка методик экспериментального и численного моделирования особенностей напряженно-деформированного состояния большепролетных конструкций стержневых и листовых металлических оболочек и их элементов;

3. Проведение экспериментальных исследований на моделях большепролетных конструкций стержневых и листовых металлических оболочек и их элементов;

4. Проведение численных исследований с использованием уточненных расчетных схем большепролетных конструкций стержневых и листовых металлических оболочек и их элементов;

5. 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.

### **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 исследований по оптимизации структурных конструкций покрытий;

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

- разработка предложений по методам учета совместной работы подкрепляющих элементов «постели» и тонколистовой мембранной оболочки.;

- разработка численных моделей, учитывающих особенности работы провисающих мембранных оболочек покрытий в составе резервуаров большого объёма.

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

1. Предложен подход, позволяющий с приемлемой практической точностью определить показатели надёжности многократно статически неопределимой стержневой системы, ее склонность к развитию прогрессирующего разрушения. Вычисляемые показатели особенно важны при проектировании большепролетных конструкций, представляющих собой сооружения с высоким уровнем ответственности, для которых важно расчётным путём обеспечить требуемый уровень надёжности.

2. Основные положения разработанного подхода к оценке надежности проектных решений пространственных стержневых большепролетных

конструкций высокого уровня ответственности прошли опытную апробацию при разработке и реализации проекта усиления большепролетных несущих конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец» (г. Мариуполь). Зафиксировано хорошее соответствие результатов теоретических исследований с данными натурного освидетельствования на всех этапах усиления конструкций.

3. Выявлено, что для плоской подкрепленной мембраны увеличение в линейной зависимости ее толщины ( $t_m = 2, 4, 6$ ) приводит к снижению по убывающей квадратичной зависимости величин пиковых напряжений в мембране (соответственно 31,56, 22,35 и 19,42 МПа), практически не сказываясь на длине участка, вовлекаемого в совместную работу с подкрепляющим элементом. Искривление плоской мембраны по цилиндрической поверхности приводит к синусоидальной затухающей эпюре локальных напряжений и снижению пиков напряжений в присоединенном участке мембраны до 25 %. При этом, наблюдается более активное вовлечение мембраны в совместную работу с подкрепляющим элементом.

4. Тестовые расчеты, выполненные на основе аналитических и численных методов (программный комплекс ЛИРА), показали высокую эффективность провисающих мембранных оболочек в качестве покрытий РВС. Применение таких оболочек позволяет уменьшить вес металлоконструкций покрытия на 45%...50%, по сравнению с типовыми купольными покрытиями. При этом общий расход стали на резервуар снижается на 7%...12%.

5. Анализ ветрового давления на конструктивные элементы резервуара, отдельно стоящего и находящегося в группе, показал следующие закономерности: некоторое превышение абсолютных величин значений аэродинамических давлений, полученных в результате численных исследований над экспериментальными (в пределах 50–70%) при удовлетворительном совпадении качественной картины исследуемого явления; значительное влияние интерференционных эффектов для аэродинамических давлений на стенку резервуаров, эксплуатируемых в группе, по сравнению с

одиночными резервуарами (на 80 – 90% для активного давления, на 50 – 60 % - для пассивного); несколько меньшее, но все равно значительное влияние интерференционных эффектов для аэродинамических давлений на кровлю резервуаров, эксплуатируемых в группе, по сравнению с одиночными резервуарами (на 40 – 60% для активного давления, на 70 – 80% - для пассивного).

6. Через введенный параметр ( $\lambda$ ) предложены рекомендации по рациональному количеству и шагу колец жёсткости для повышения устойчивости стенок резервуаров объемом от 10 до 30 тыс. м<sup>3</sup>. Определена возможность использования винтовых лестниц для повышения устойчивости стенки резервуара (повышение критической нагрузки до 45%). С точки зрения повышения устойчивости наиболее предпочтительным является вариант лестницы с креплением ступеней к стенке. Максимальное возрастание устойчивости стенки наблюдается при уклонах лестницы к горизонту в диапазоне 30..40°.

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

– проведенные работы по оптимизации геометрической формы структурных покрытий находятся в русле научных исследований в данной области, что подтверждается работами исследователей в ведущих странах мира (США, Китай, Германия и др.). Вместе с тем, преимуществом данной работы является учет в разработанном алгоритме оптимизации уточненной несущей способности центрально-сжатых стержней, обусловленной установленным влиянием формы узловых соединений структурного покрытия на величину критической силы;

– 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, характеризующих их склонность к лавинообразному обрушению.

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 ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» в лекционном курсе «Расчет и проектирование зданий и сооружений» для магистров направления 08.04.01 «Строительство», а также в учебный процесс Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого при подготовке специалистов по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений». Результаты используются в материале дисциплины «Металлические конструкции» 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.**

Основные положения разработанного подхода к оценке надёжности проектных решений пространственных стержневых конструкций высокого уровня ответственности использованы при разработке и реализации проекта



усиления большепролетных несущих конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец» (г. Мариуполь).

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

№	Название	Вид работы	Выходные данные	Авторы
1	Комплексный подход в оценке надежности пространственных металлических конструкций	Научная статья	Журнал "Строительство: наука и образование", №4, 2023. (в печати)	Мущанов В.Ф., Оржеховский А.Н., Цепляев М.Н., Мущанов А.В
2	Надежность пространственных стержневых металлических конструкций высокого уровня ответственности	Научная статья	Вестник МГСУ RSCI ВАК РФ (в печати)	Мущанов В.Ф., Оржеховский А.Н., Мущанов А.В., Цепляев М.Н.
3	Оптимизация типовых структурных конструкций покрытий на прямоугольном плане	Научная статья	Металлические конструкции. – 2023. – Т.29, №3 (в печати).	Мущанов В.Ф., Оржеховский А.Н., Роменский И.В., Подлепич С.В.
4	Деформационное поведение усиленных оболочек под воздействием ветра: экспериментальное исследование	Научная статья	«Architecture and Engineering» SCOPUS (Q2) (на рецензировании)	Мущанов В.Ф., Цепляев М.Н., Оржеховский А.Н., Мущанов А.В.

## 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. Предложены подходы для определения показателей надёжности многократно статически неопределимой стержневой системы, характеризующие ее склонность к прогрессирующему разрушению

3. Для конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров предложены численные модели с учётом фактического распределения ветрового потока, детализации отдельных конструктивных составляющих (промежуточные кольца жесткости, технологические лестницы).

4. Рассмотрены особенности применения провисающих мембранных оболочек в качестве покрытий вертикальных цилиндрических резервуаров больших объемов для хранения нефти и нефтепродуктов.

5. Разработан уточненный метод оценки совместной работы мембранного полотна произвольной геометрии и подкрепляющих элементов.

#### **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**

#### **Развитие материально-технической базы для проведения научных исследований**

№ 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-25	то же	
7	Пресс гидравлический П-10	то же	
8	Разрывная машина Р-20	то же	
9	Разрывная машина Р-50	то же	
10	Разрывная машина для изделий из пластмасса	то же	
11	Пресс-автомат ПГ-10	то же	
12	Гидравлический пресс ПГП	то же	
13	Прогибомеры Максимова; тензометры Гугенбергера; индикаторы часового типа; динамометры ДОСМ-3, ДОСМ-1	то же	
14	Пресс дыропробивной	Изготовление конструкций и моделей для испытаний	
15	Радиально-сверлильный станок	то же	
16	Трансформатор ТДФ 1001-У3	то же	
17	Трансформатор ТДФЖ1002	то же	
18	Генератор постоянного тока;	то же	
19	Трансформатор ВДУ504-1 У3	то же	

## 12. Публикации

№	Авторы	Название работы	Название издания, где опубликована работа (название журнала, название	Том, номер (выпуск, первая-последняя страницы
---	--------	-----------------	---	---

			научно-метрической базы)	работы)
<b>1. Публикации в Scopus, Web of Science</b>				
1	Anton Tanasoglo, Igor Garanzha	Experimental researches of elastomeric materials to stabilize the oscillation of power grid structures	E3S Web of Conferences, AFE- 2023  Volume 371,  28 February 2023	Article Number 03022
2	Serafim Fomenko, Igor Garanzha, Anton Tanasoglo	Experimental research of dynamic vibration damping for rigid busbar structures	Scopus E3S Web of Conferences, TT21C- 2023  24 April 2023	Volume 383,  Article Number 04092
3	Igor Garanzha, Anton Tanasoglo, Serafim Fomenko	The numerical-analytical method for solving the stability problem for spatial lattice structures of power lines' supports	<b>Scopus</b> Proceedings of the II scientific conference «Modelling and methods of structural analysis», 11–13 November 2021.  AIP Conference Proceedings,  4 May 2023	Volume 2497, Issue 1
<b>2. Публикации в RSCI</b>				
<b>3. В международной научно-метрической базе данных РИНЦ, ICONDA, Index Copernicus и др.</b>				
1	А.Н. Миронов, К.В. Парасюк	Определение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки для 17-ти этажного здания с рамно-связевым каркасом в ПК Лира- САПР 2016 с учетом СП 20.13330.2016 «Нагрузки	Металлические конструкции  Макеевка	2023 – Т.29, №1  С. 5-21

		и воздействия»		
2	Васылев В. Н., Тимошко А. А., Титков С. О., Авксентьев А. Е.	Конструирование баз металлических колонн с фрезерованным торцом	Металлические конструкции Макеевка	2023 – Т.29, №1 С. 23-32
3	Горохов Е.В., Смирнова Н.С., Шелихова Е.В.	Система управления реконструкцией опор ВЛ с учетом требований эксплуатации и надежности энергоснабжения потребителей	Металлические конструкции Макеевка	2023 – Т.29, №1 С. 33-45
<b>4. Статьи, принятые редакцией к печати в журналах, входящих в международные науко-метрические базы данных</b>				
1	Горохов Е.В., Васылев В.Н., Алёхин А.Н., Анищенков В.М.	Комплексные испытания, проводимые на базе Полигона испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений ФГБОУ ВО «ДОННАСА» (часть 1)	Металлические конструкции Макеевка	2023 – Т.29, №2 С.
2	Титков С.О., Югов А.М., Горохов Е.В., Васылев В.Н.	Ветровая нагрузка на башенную металлическую градирню пирамидальной формы	Металлические конструкции Макеевка	2023 – Т.29, №2 С.
3	Муцанов В.Ф., Оржеховский А.Н., Роменский И.В., Подлепич С.В.	Оптимизация типовых структурных конструкций покрытий на прямоугольном плане	Металлические конструкции Макеевка	2023 – Т.29, №3 С.

4	Горохов Е.В., Васылев В.Н., Алёхин А.Н., Анищенков В.М.	Комплексные испытания, проводимые на базе Полигона испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений ФГБОУ ВО «ДОННАСА» (часть 2)	Металлические конструкции  Макеевка	2023 – Т.29, №3  С.
5	Миронов А.Н., Смирнова Н.С., Оленич Е.Н., Мущанов А.В.	Натурное освидетельствование арочных металлических конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец», г.Мариуполь	Металлические конструкции  Макеевка	2023 – Т.29, №3  С.

### **13. Инновационная деятельность**

#### **1. Научные конференции.**

20-21 апреля 2023 года в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры проводилась IX 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 VIII Международного строительного форума «Строительство и архитектура - 2023», в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры проводилась выставка научно-технических разработок в строительстве и архитектуре. Кафедра «Металлические конструкции и сооружения» приняла непосредственное участие в выставке, выставив на ней 6 кафедральных плакатов и 2 макета в холле ФГБОУ ВО ДОННАСА.

### 3. Патенты

Совместно с федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт – Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ») получен патент на полезную модель № 218963 от 30 декабря 2022г. Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей РФ 21 июня 2023г. «Узловое соединение пространственной стержневой структурной конструкции.»

Авторы: Мущанов В.Ф., Мущанов А.В.

Предложенное соединение включает коннектор, элементы крепления, соединительный элемент и раскосы, образующие грани пирамиды, высокопрочную шпильку, стягивающую между собой коннектор, соединительный элемент и стержень структурного покрытия. Все элементы являются соосными в направлении стержня. Всего в коннектор приходит восемь стержней, из них четыре поясных стержня и четыре раскоса.

Данное конструктивное решение применяется в пространственных стержневых структурных покрытиях, в частности в соединениях структурных конструкций.

## 14. Отчет о интеграционном сотрудничестве с регионами Российской Федерации

№ п/п	Мероприятие	Название, основное содержание	Страна	Рег. номер, дата	Сроки (дата)	Примечания
1.	Заключенные договора о сотрудничестве с зарубежными странами					
2	Создание совместных научно-образовательных и инжиниринговых центров					
	<b>ВСЕГО</b>					
3.	Участие в научных					

	конференциях, в т.ч. в режиме вебинара				
3.1		Международная научно-практическая конференция «Обследование зданий и сооружений» посвященная шестидесятилетию кафедры «Испытание сооружений» на базе НИУ МГСУ. Тема доклада «Конструктивные и технические решения полигона испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений ДонНАСА»	Россия, Москва		23.03.2023 4 чел. Горохов Е.В., Васильев В.Н., Анищенко В.М., Титков С.О.
3.2		Участие в I Международной научно-практической конференции «Архитектура. Строительство. Информационные технологии» (АСИТ-2023) и молодёжная школа «Строитель-XXI» на базе Новороссийского филиала ФГБОУ ВО «БГТУ им. В. Г. Шухова». Тема доклада «Уточнение ветровой нагрузки на башенные металлические градирни с учётом сезонности работы и этапов возведения» Получен сертификат участника.	Россия, Новоросси йск		04-08 сентября 2023 Горохов Е.В., Титков С.О.
3.3		Участие в Международном научно-практическом симпозиуме «Будущее строительной отрасли: Вызовы и перспективы развития», конференция «Расчет и проектирование металлических и деревянных конструкций» посвященная 110-летию со дня рождения Белени Е.И. и 130-летию со дня рождения Карлсена Г.Г. на базе ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ» Тема доклада «Уточнение ветровой нагрузки на башенную металлическую градирню гиперболической формы с учётом монтажных стадий». Получен сертификат участника	Россия, Москва		20 сентября 2023 Горохов Е.В., Титков С.О.
	<b>ВСЕГО</b>	<b>Всего в отчетный период приняло участие в международных конференциях</b>			
4	Проведение совместных форумов, фестивалей, конференций				
4.1		Организация с другими ВУЗами (СПбГАСУ, БГТУ им. В. Г. Шухова, МГСУ) I Международной научно-практической конференции «Архитектура. Строительство. Информационные технологии» (АСИТ-2023) и молодёжная школа «Строитель-XXI», которая состоялась на базе Новороссийского филиала ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». В качестве со организации с другими	Россия, Новоросси йск		04-08 сентября 2023
	<b>ВСЕГО</b>				
5	Проведение совместных научных разработок				
	<b>ВСЕГО</b>	<b>В отчетном периоде выполнялись совместных научных разработки</b>			
6	Участие в грантовых программах				



6.1						
	<b>ВСЕГО</b>	В отчетном периоде <b>принято участие в грантовых программах.</b>				
7	<b>Обмен студентами и аспирантами</b>					
	<b>ВСЕГО</b>					
8	<b>Реализация совместных образовательных программ</b>					
8.1						
	<b>ВСЕГО</b>					
9	<b>Обмен преподавателями</b>					
9.1						
	<b>ВСЕГО</b>					
10	<b>Стажировка преподавателей (повышение квалификации, переподготовка)</b>					
10.1		Обучение по программе повышения квалификации «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего образования по направлению подготовки Техника и технологии строительства» на базе ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».	Россия, Ростов-на-Дону		05.09-08.09.2023 03.10.-06.10.2023	Смирнова Н.С.  Роменский И.В., Миронов А.Н., Оленич Е.Н., Анищенко В.М.
10.2		Обучение по курсу «Сейсмика +» на базе STRUCTURISTIK	Россия, Санкт-Петербург		с 04.11.2023 по 15.01.2024	Титков С.О.
	<b>ВСЕГО</b>					
11	<b>Публикации материалов исследований в зарубежных научных сборниках, периодических изданиях</b>					
11.1						
	<b>ВСЕГО</b>	<b>Опубликовано статей в зарубежных периодических изданиях</b>				
12	<b>Информация о количестве дипломов российского образца, полученных студентами по программам двойных дипломов</b>	<b>Образовательный уровень</b>	<b>Бакалавриат</b>	<b>Специалитет</b>	<b>Магистратура</b>	
	<b>ВСЕГО</b>					
13	<b>Участие в вебинарах по дистанционному обучению, педагогике, информационным технологиям</b>					
13.1		Вебинар «Здания заводской готовности. От производства отдельных элементов к модульному строительству», АРСС	Россия, Москва		18.01.2023	4 чел.
13.2		Вебинар «Возможности программного	Россия		25.01.2023	5 чел.

		комплекса APM Civil Engineerin», АРСС	Москва			
13.3		Вебинар «Точки роста прибыли предприятий при внедрении нового технологичного оборудования и соответствующей корректировке технологического процесса сборки и сварки», АРСС	Россия, Москва		01.02.2023	2 чел.
13.4		Вебинар «Подготовка конкурсного проекта. Особенности проектирования модульных зданий», АРСС	Россия, Москва		08.02.2023	3 чел
13.5		Вебинар «Российский опыт стального строительства», АРСС	Россия, Москва		15.02.2023	2 чел
13.6		Вебинаре «Автоматизация процесса производства металлоконструкций с МастерФаб», CSD Автоматизация проектирования в строительстве	Россия, Москва		28.02.2023	3 чел.
13.7		Вебинар «Новые возможности программного обеспечения АРСС по расчету стальных и сталежелезобетонных конструкций», АРСС	Россия, Москва		01.03.2023	4 чел.
13.8		Вебинар «СПДС Металлоконструкции: Что нового в СПДС Металлоконструкции 2023.1» на базе в ЧОУ ДПО «Магма». Получен сертификат участника	Россия, Омск		14.03.2023	1 чел. Танасогло А.В.
13.9		Вебинар «Учебное пособие АРСС «Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Проектирование, изготовление, монтаж», АРСС	Россия, Москва		17.03.2023	3 чел.
13.10		Вебинар «СТО АРСС «Методические рекомендации по разработке проекта огнезащиты стальных конструкций», АРСС	Россия, Москва		05.04.2023	3 чел
13.11		Вебинар «Проектирование стальных свайных фундаментов с применением программы «Свая-САПР Про», АРСС	Россия, Москва		12.04.2023	3 чел
13.12		Вебинар «VR-тренажеры для персонала ЗМК и строительных организаций», АРСС	Россия, Москва		19.04.2023	3 чел
13.13		Вебинар «Изменения в СП 294 «Конструкции стальные. Правила проектирования», АРСС»	Россия, Москва		26.04.2023	3 чел
13.14		Вебинар «Атмосферостойкие стали Форсега для фасадных решений, арт-объектов, малых архитектурных форм», АРСС	Россия, Москва		24.05.2023	4 чел.
13.15		Вебинар «Рамные здания из стальных холодногнутых профилей. Барьеры и перспективы развития», АРСС	Россия, Москва		31.05.2023	3 чел.
13.16		Вебинар «Информационная модель металлоконструкций. От КМ до КМД», АРСС	Россия, Москва		21.06.2023	5 чел.
13.17		Вебинар «Проектирование несущих конструкций покрытия ледовой арены вместимостью до 3000 человек», АРСС	Россия, Москва		28.06.2023	4 чел.
13.18		Вебинар «Особенности применения объемно-блочных и модульных зданий, в том числе в сейсмических районах», АРСС			05.07.2023	3 чел.
13.19		Вебинар «Развитие практического метода расчета элементов стальных конструкций на прочность», АРСС			26.07.2023	3 чел.

13.20		Вебинар «Коррозионная стойкость металлоконструкций: факторы риска и оптимальные решения», АРСС	Россия, Москва		06.09.2023	4 чел.
13.21		Вебинар «panoCAD GeoniCS: проектирование защитных обвалований на примере обвалования резервуара», Нанософт	Россия, Москва		26.09.2023	2 чел.
13.22		Вебинар «Что нового в panoCAD BIM Конструкции 23.1», Нанософт	Россия, Москва		05.10.2023	3 чел.
13.23		Вебинар «Устройство новых параметрических объектов в panoCAD BIM Конструкции», Нанософт	Россия, Москва		10.10.2023	2 чел.
13.24		Вебинар «Круглый стол "Внедрение ТИМ, СОД и ЕИП"», Университет Минстроя	Россия, Москва		27.10.2023	2 чел.
13.25		Вебинар «Профилированный настил. Вопросы определения несущей способности, проектирования и применения», АРСС	Россия, Москва		15.11.2023	3 чел.
13.26		Вебинар «Опыт расчета зданий и сооружений с учетом дефектов монтажа», АРСС	Россия, Москва		29.11.2023	4 чел.
13.27		Вебинар «Презентация для преподавателей строительных ВУЗов   Нанософт.», Нанософт	Россия, Москва		29.11.2023	5 чел.
13.28		Вебинар «Все виды оцинкованного проката для строительных конструкций и инженерных сетей», АРСС	Россия, Москва		06.12.2023	3 чел.
13.29		Вебинар «Особенности учета некоторых требований СП 20.13330 "Нагрузки и воздействия" при расчете стальных конструкций», АРСС	Россия, Москва		13.12.2023	4 чел.
	<b>ВСЕГО</b>					
14	<b>Другие мероприятия</b>					
14.1		Онлайн участие во Всероссийском инженерном форуме «СИЛА ПЛАТФОРМЫ», Нанософт	Россия, Москва		18.10.2023	3 чел.
14.2		Тестовый доступ к электронно-библиотечной системе Polpred.com издательства ООО «ПОЛПРЕД Справочники», отв. Роменский И.В.	Россия, Москва		2023	
14.3		Доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks,» отв. Роменский И.В	Россия, Москва		2023	

## 15. Защищенные диссертации

1. **Смирнова Наталья Сергеевна.** Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

**Тема диссертации:** « Оптимизация конструкции воздушных линий электропередач с учетом надежности энергоснабжения потребителей».

**Научный руководитель:** Горохов Евгений Васильевич, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», профессор кафедры металлических конструкций и сооружений.

Защита состоялась «21» сентября 2023 г., в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 02.2.001.02 (93.0.000.06) при ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по адресу: 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2, зал заседаний ученого совета. Тел. факс: +38(062) 343-7033, e-mail:d01.006.02@donnasa.ru.

**2. Оленич Елена Николаевна.** Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

**Тема диссертации:** « Несущая способность дымовых труб на оттяжках с учётом технического обслуживания».

**Научный руководитель:** Губанов Вадим Викторович, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», профессор кафедры металлических конструкций и сооружений

Защита состоится «21» сентября 2023 г., в 13:00 часов на заседании диссертационного совета 02.2.001.02 при ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по адресу: 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2, зал заседаний ученого совета. Тел. факс: +7(856) 343-7033, e-mail:d01.006.02@donnasa.ru.

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

*Основные данные*

Количество студентов кафедры, принимающих участие в научных исследованиях	Количество молодых ученых, работающих на кафедре	Количество молодых ученых, остающихся работать в учреждении после окончания аспирантуры
37	3	3

*Участие студентов в НИР*

<b>Общее</b> количество студентов, участвующих в НИР (чел.)	Количество студентов, участвующих в <b>НИР с оплатой</b> (чел.)	Количество студентов, участвующих в <b>хоздоговорных</b> тематиках	Количество студентов, участвующих в <b>госбюджетных</b> тематиках	Количество студентов, участвующих в <b>кафедральных</b> тематиках
37	2	4	2	37

*Публикации со студентами*

№	Авторы	Название работы	Название издания, где опубликована работа (название журнала, название научно-метрической базы)	Том, номер (выпуск, первая-последняя страницы работы)
–	–	–	–	–

*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**

Выполнение совместно с ГУП ДНР "ДРПИ "ДОНЕЦКПРОЕКТ" проекта усиления большепролетных несущих конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец» (г. Мариуполь).

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