



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ"**

**Согласовано**  
Проректор по научной работе

\_\_\_\_\_ В.Ф. Мущанов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Утверждаю**  
Ректор

\_\_\_\_\_ Н.М. Зайченко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Отчет о научной работе кафедры  
Металлические конструкции и сооружения  
за 2020 год**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.В. Горохов

Утверждено на заседании кафедры МКиС

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_\_\_\_

## **1. Адрес**

Макеевка, ул. Державина, 2, ГОУ ВПО ДонНАСА, кафедра МКиС.

## **2. Руководитель**

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

## **3. Состав кафедры**

Штатные сотрудники:

- профессора – 3;
- доценты – 5;
- старшие преподаватели – 1;
- ассистенты – 3;
- преподаватели стажеры – нет.

Совместители внешние:

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

Совместители внутренние:

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

Докторанты – нет.

Аспиранты – 2.

Соискатели – 1.

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 высотных зданий и сооружений с учетом особенностей их действительной работы.

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

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

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

При кафедре действуют следующие специализированные и научно-производственные центры:

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

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

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

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

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

№ п/п	Наименование структурного подразделения	Участие в х/д тематике (тыс. руб.)		
		К-во тем	Объем вып. работ	Профинансировано
1	ДДЦ	Обследование технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений ФИЛИАЛА №1 «ХСПКЗ «СИЛУР» ООО «РОСТЭКСПОСНАБ 8» с разработкой отчета о техническом состоянии строительных конструкций и паспорта технического состояния.	662000,00	447000,00
2	ДДЦ	Обследование технического состояния с разработкой отчета о техническом состоянии строительных конструкций и проекта усиления строительных конструкций балок эстакады лебедок плотины Ханженковского водохранилища.	199942,02	199942,02
3	ДДЦ	Обследование строительных конструкций галереи № 13 пункта перегрузки технологической породы с разработкой проектной документации на ремонт строительных конструкций галереи № 13, принадлежащей Филиалу «ОФ «Пролетарская».	6000,00	6000,00

4	ДДЦ	Экспертное обследование строительных конструкций здания общежития №5 ГОО ВПО ДОННМУ им. М. Горького с разработкой дефектных ведомостей.	29732,04	29732,04
5	ДДЦ	Экспертное обследование резервуара хранения масла "О2" Государственной корпорации по разработке и реализации современных технологий «ДОНЕЦКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» с разработкой дефектных ведомостей.	18801,05	18801,05
6	ДДЦ	Обследование объекта строительства, расположенного по адресу: ДНР г. Донецк, Буденовский район, ул. Андропова-2, дом 2"о".	54890,00	54890,00
7	ДДЦ	Обследование строительных конструкций металлической трубы высотой 31 метр, диаметр 530 мм с разработкой дефектных ведомостей, принадлежащей ООО «ВТОРРЕСУРСЫ».	8800,00	8800,00
8	ДДЦ	Обследование строительных конструкций галереи №9 с разработкой дефектных ведомостей, принадлежащей ООО «ИСТЭК».	10000,00	10000,00
9	ДДЦ	Обследование конструкций здания	106081,77	106081,77

		спального корпуса с выдачей отчета о техническом состоянии, принадлежащего ГОУ "МАКЕЕВСКАЯ СШИ №35"		
10	ГОУ ВПО «ДонНАСА»	Обследование технического состояния строительных конструкций существующих стоек УСО под воздушные выключатели на присоединениях Журавлевка, Шахтерская №1, Шахтерская №2 на ПС 330 кВ Южная	5 068	5 068
11	ГОУ ВПО «ДонНАСА»	Обследование технического состояния существующих металлических конструкций и железобетонных фундаментов под выключатели, трансформаторы тока и разъединители на присоединениях 220 кВ СБТЭС-3, 220 кВ СБТЭС-4 на ПС 330 кВ Чайкино	8 065	8 065
12	ГОУ ВПО «ДонНАСА»	Обследование технического состояния строительных конструкций существующих стоек УСО под выключатели, трансформаторы тока и разъединители на присоединениях 330 кВ Харцызская-1, 330 кВ ОЭВ на ПС 330 кВ Чайкино	7 040	7 040
		<b>ИТОГО</b>	<b>1116419,88</b>	<b>901419,88</b>

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

### **1. Новое проектное решение антенной опоры для стесненных городских условий**

Существующие в настоящее время типовые решения антенных опор представляют собой широкобазые решётчатые металлические конструкции из унифицированных секций. Эти опоры конструктивно громоздки, не удовлетворяют требованиям технической эстетики, предъявляемым для городской местности, и сложны при монтаже в стеснённых условиях.

Для городских условий целесообразно совмещение функций антенных опор и прожекторных мачт в одном сооружении.

Поэтому возникла необходимость разработки новой конструкции отдельно стоящей опоры, которая удовлетворяет заданным требованиям.

Опора АО-35 запроектирована как отдельностоящая пространственная стержневая стойка, квадратная в плане с базой 1,4x1,4 м. Пояса и решётки опоры выполнены из одиночных уголков.

Металлическая узкобазая опора АО-35 запроектирована оптимальной с варьированием разбивки опоры на панели, типа решётки и размеров базы.

Конструкция состоит из пяти сварных пространственных секций высотой 6,8 м, которые изготавливаются и собираются в заводских условиях вместе с лестницами и площадками для отдыха. Укрупнительная сборка секций выполняется на строительной площадке, соединения поясов осуществляется стыковыми уголками на сварке.

Опора АО-35 предназначена для эксплуатации антенн радиорелейной связи в городских условиях с высотой до 35 м и для установки осветительных прожекторов, а также может использоваться в качестве молниеотвода.

### **2. Разработка новых узкобазых конструкции опор ВЛ напряжением 35 кВ и 110 кВ.**

Разработка новых узкобазых унифицированных опор ВЛ вызвана, в первую очередь, необходимостью создания конструктивных форм стальных опор повышенной надежности взамен центрифугированных железобетонных, плохо работающих на аварийные нагрузки, что приводит к большому количеству аварий электрических сетей.

Исследованы одноствольные башенные решетчатые опоры постоянного поперечного сечения, квадратные в плане. Основным условием при разработке новых опор являлось выполнение основных технологических требований к надежной эксплуатации. В связи с этим для всех рассматриваемых опор приняты следующие условия: нормативные нагрузки от веса проводов и тросов приняты с учетом удвоенной массы ветровых пролетов; опоры рассчитаны на повышенные нагрузки от гололеда и ветра с повторяемостью не реже 1 раза в 50 лет.

По результатам выполненных исследований определены рациональные области применения новых узкобазых решетчатых опор башенного типа. Предлагаемые опоры рациональны при применении в качестве промежуточных одноцепных опор ВЛ 35-110 кВ, особенно при небольших нагрузках, а также как анкерно-угловые опоры напряжением 110 кВ при высоте до 27 м. В анкерно-угловых опорах ВЛ 35 кВ применение узкобазых опор дает положительный эффект для опор высотой до 22 м.

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

В течении года велась подготовка для участия в научно-исследовательских программах совместно с организациями:

1. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение «Санкт-Петербургский государственный университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград.

## **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:**

– XIX международная конференции «Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий» на базе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» на тему «Стратегия обслуживания стальных дымовых труб на оттяжках», 17 апреля 2020г., г. Макеевка, ДНР;

– национальная конференция с международным участием «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова» на базе ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» на темы «Прогоны покрытия в виде балок с гофрированной стенкой», «Влияние осадки опор на НДС структурного покрытия», «Прогоны покрытия в виде балок с перфорированной стенкой», 25-27 мая 2020г., г. Белгород, Россия;

– международная конференция "Современные технологии и инновации в науке и промышленности" (HIRM 2020) на базе Аэрокосмической школы и

лаборатории «Современные информационные технологии», 28 февраля 2020г., г. Красноярск, Россия;

– XXIX научно-методическая конференция «Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций» на Базе Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии С.В. Хрулева, 19 марта 2020 г., г. Санкт-Петербург;

– Design of stadium roofs with a given level of reliability / Anatoliy Orzhekhovskiy, Iurii Priadko, Anton Tanasoglo, Serafim Fomenko - Scopus. Engineering Structures, Volume 209, 15 April 2020, 110245. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110245>.

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

– Губанов В.В. прочитал в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургском политехническом университете им. Петра Первого», 15 марта - 29 марта 2020г. ознакомление с опытом преподавания специальных дисциплин.

– курсы повышения квалификации образовательного проекта «Передовые производственные технологии» в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургском политехническом университете им. Петра Первого» прошла ассис. Оленич Е.Н., 13 июля - 31 августа 2020г., г. Санкт-Петербург, Россия.

## **9. Госбюджетные НИР**

## **10. Кафедральные НИР**

### **1. Тема НИР:**

«Современные подходы к формообразованию и обеспечению надежности строительных металлоконструкций на основе использования новых информационных технологий в процессе проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации».

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

**3. Номер государственной регистрации НИР:** К-2-08-16

4. Номер учетной карточки заключительного отчета

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

Донбасская Национальная академия строительства и архитектуры, кафедра «Металлические конструкции и сооружения»

**6. Срок выполнения:** начало – 1.01.2016; окончание – 25.12.2020 г.

## Задание 1

### **Тема задания:**

«Разработка новых подходов к проектированию и повышению надежности электросетевых конструкций (опоры ВЛ, конструкции жесткой ошиновки ОРУ) на основе экспериментально-теоретических методов».

**Руководитель задания к.т.н., доц. Танасогло А.В.**

### **7. Предмет исследования:**

- техническое состояние воздушных линий электроснабжения (ВЛ),
- существующие и новые способы гашения изгибных колебаний балочных конструкций ( в т.ч. жесткой ошиновки), вызванных вихревым возбуждением ветра.

### **8. Объект исследования:**

- металлические конструкции опор воздушных линий электропередачи;
- балочные конструкции, находящиеся в ветровом потоке (в т.ч. жесткая ошиновка открытых распределительных устройств).

**9. Суть процесса исследования, разработки:** разработка и совершенствование методических основ определения технического состояния опор ВЛ, совершенствование методов расчета оптимальной конструктивной формы опор ВЛ.

Усовершенствование существующих и создание новых рациональных демпфирующих устройств и способов гашения изгибных колебаний балочных конструкций (в т.ч. жесткой ошиновки открытых распределительных устройств) в ветровом потоке.

В результате основные составные части разработки новых подходов к проектированию и повышению надежности электросетевых конструкций (опоры ВЛ, конструкции жесткой ошиновки ОРУ) на основе экспериментально-теоретических методов состоят из следующих разделов:

- численно-аналитическая методика решения задачи устойчивости раскосов решетки опор ВЛ с одноболтовыми соединениями;
- методика инженерных расчетов колебаний балочных конструкций (в т.ч. жесткой ошиновки открытых распределительных устройств) с использованием новых схем гашения колебаний.

### **10. Основные научные результаты:**

Главную научную новизну полученных результатов составляют:

- впервые разработана новая методика определения расчетных длин и коэффициентов продольного изгиба для элементов решетки опор ВЛ, на основании которой выполнено оптимальное проектирование опоры ВЛ 110 кВ с учетом уточнения целевой функции;

– созданы математические модели совместной работы системы «балочная конструкция – демпфирующее устройство» в ветровом потоке таких способов гашения как «гаситель на нити», гаситель в виде жесткой вставки, пружинный гаситель;

– разработаны новые рекомендации, позволяющие осуществить выбор рационального типа демпфирующего устройства и выполнить расчет основных параметров гасителя колебаний конструкций жесткой ошиновки, а также условия его настройки и эксплуатации.

Научная новизна дополнительно подтверждается тем, что для реализации мероприятий по контролю технического состояния разработана единая форма Паспорта воздушной линии с учетом требований, которые предъявляются контролирующими органами по вопросам паспортизации строительных конструкций. Применение данных положений на практике позволит не только оптимально применять меры относительно реконструкции, но и убрать противоречия между энергоэксплуатирующими организациями и контролирующими органами Госгорпромнадзора, которые вызваны расхождением нормативной базы относительно классификации уровня технического состояния, сроков устранения выявленных дефектов и повреждений конструкций.

### **11. Работа над кандидатскими диссертациями**

– Смирнова Н.С. «Оптимизация реконструкции ВЛ с учетом надежности электроснабжения потребителей», руководитель Горохов Е.В.;

– Безушко А.В. «Исследования несущей способности одноболтовых соединений в опорах линий электропередачи с учетом современной технологии изготовления», руководитель Васылев В.Н.

### **12. В работе принимали участие: студенты – 7**

### **13. Цель работы:**

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

– усовершенствование существующих и создание новых рациональных демпфирующих устройств и способов гашения изгибных колебаний балочных конструкций (в т.ч. жесткой ошиновки открытых распределительных устройств) в ветровом потоке.

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

– разработка численно-аналитической методики решения задачи устойчивости раскосов решетки опор ВЛ с одноболтовыми соединениями;

– разработка новых оптимальных конструктивных решений башенных анкерно-угловых опор воздушных линий 110 кВ;

- создание математических моделей совместной работы системы «балочная конструкция-демпфирующее устройство»;
- создание инженерной методики расчета основных параметров гасителя при колебаниях системы «балочная конструкция жесткой ошиновки-демпфирующее устройство» в воздушном потоке.

### **15. Реализация заданий работы**

На первом этапе была разработана численно-аналитическая методика расчета устойчивости решетки стальных опор с одноболтовыми соединениями при сложном напряженном состоянии, позволяющая повысить несущую способность конструкций воздушных линий до 18%. На основе разработанной методики расчета устойчивости решетки опор ВЛ получены новые значения коэффициентов расчетных длин элементов решетки, которые до 20% ниже существующих, и новые значения коэффициентов продольного изгиба, которые до 39% превышают значения, принятые в отечественных нормах. Внедрение разработанных методик расчета устойчивости и оптимизации осуществлено при реконструкции эксплуатируемой ВЛ 110 кВ «ПС Севастополь – ПС СевТЭЦ – ПС17 – ПС11», что позволило продлить срок эксплуатации 29 существующих металлических опор и снизить металлоемкость при реконструкции воздушной линии на 78%.

Аспектом определения технического состояния является то, что в результате выполненной работы создана единая методика для оценивая технического состояния объектов воздушных линий электропередачи, которая основана 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. 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.

Для проверки математических моделей совместной работы «жесткая ошиновка-демпфирующее устройство» проводились динамические вибрационные испытания полномасштабных моделей трубы-шины с новыми способами гашения колебаний.

Для экспериментального исследования эффективности применения «гасителя на нити» была собрана экспериментальная установка в виде стальной консольной балки длиной 3 м. Сечение балки – квадратная труба 100х3 мм. Гаситель представлен в виде струны из стальной проволоки диаметром 1 мм,

натянутой на опоры и демпфирующей насадки с регулируемой массой. Частота собственных колебаний демпфера изменялась при помощи натяжения нити, масса при помощи внутреннего заполнения демпфирующей насадки. Величина натяжения нити определялась при помощи виброграммы колебаний массы на нити, полученной от пьезоэлектрического датчика, закрепленного на нити.

В качестве полномасштабной модели была собрана экспериментальная установка в виде стальной двухопорной балки пролетом 13,5 м. Сечение балки – круглая труба 159х5,5 мм. Крепление на концах шарнирное. Гаситель представлен в виде струны из стальной проволоки диаметром 1,35 мм и 3 мм, натянутой на опоры и демпфирующей насадки с регулируемой массой (массами). Частота собственных колебаний демпфера изменялась при помощи силы натяжения нити, тарированных масс 0,41 кг, 1 кг, 1,5 кг.

Основным фактором эффективности гасителя являлась амплитуда колебаний трубы-шины, а также по полученным виброграммам определялись логарифмические декременты колебаний.

## **16. Основные научные результаты**

– уточнена математическая модель упругой шарнирно-стержневой системы за счет применения метода Cholesky и усовершенствован программный блок «USL» для расчета опор ВЛ башенного типа на основе метода конечных элементов. В результате усилия в раскосах решетки снижены на 5%.

– на основе разработанной методики расчета устойчивости решетки опор ВЛ получены новые значения коэффициентов расчетных длин элементов решетки, которые до 20% ниже существующих, и новые значения коэффициентов продольного изгиба, которые до 39% превышают значения, принятые в отечественных нормах.

– теоретические результаты подтверждены экспериментальными исследованиями фрагментов опоры ВЛ 110 кВ в лабораторных условиях центра испытаний строительных конструкций и изделий и испытаниями двухцепной анкерно-угловой опоры ВЛ башенного типа У220-2+9 в натуральную величину на Полигоне ДонНАСА.

– усовершенствованы методика и алгоритмы оптимизации опор ВЛ с учетом полученных зависимостей для расчетных длин и коэффициентов продольного изгиба, которые реализованы в программном комплексе оптимального проектирования «MISI1», разработанном в ДонНАСА.

– впервые разработана математическая модель совместной работы системы «балочная конструкция-«гаситель на нити», учитывающая как одну, так и две установленные массы на нити;

– впервые для системы «жесткая ошиновка-гаситель на нити» установлены основные зависимости напряженно-деформированного состояния, позволившие обосновать рациональные параметры «гасителя на нити» для гашения изгибных колебаний конструкций жесткой ошиновки;

– для системы «жесткая ошиновка-«пружинный гаситель» установлены основные динамические характеристики, позволившие обосновать рациональные параметры «пружинного гасителя» для существенного (практически до нуля) снижения амплитуды изгибных колебаний конструкций жесткой ошиновки;

– данные экспериментальных натурных и лабораторных динамических испытаний совместной работы новых демпфирующих устройств и балочной конструкции (в т.ч. жесткой ошиновки), позволившие усовершенствовать методику их расчета и проектирования.

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

1. Впервые разработана численно-аналитическая методика расчета устойчивости решетки стальных опор с одноболтовыми соединениями при сложном напряженном состоянии, позволяющая повысить несущую способность конструкций воздушных линий до 18%. На основе разработанной методики расчета устойчивости решетки опор ВЛ получены новые значения коэффициентов расчетных длин элементов решетки, которые до 20% ниже существующих, и новые значения коэффициентов продольного изгиба, которые до 39% превышают значения, принятые в отечественных нормах. Отличие полученных результатов таково, что в рамках соответствия требованиям эксплуатации, надежности и долговечности есть возможность учитывать все требования конструктивного и технологического характера. Разработанный метод является универсальным, пригодным для исследуемого класса объектов конструкций опор высоковольтных линий электропередачи.

2. Предложена, теоретически и экспериментально обоснована новая конструктивная форма динамического гасителя («пружинный гаситель»), позволяющего эффективно гасить (снижение амплитуды колебаний практически до нуля) изгибные колебания балочной конструкции при установке одного или нескольких демпфирующих элементов в пролете как внутри, так и снаружи конструкции жесткой ошиновки. Разработан новый способ гашения изгибных колебаний конструкций жесткой ошиновки – «гаситель на нити». Такой гаситель минимизирует затраты труда и средств, так как его настройка осуществляется без демонтажа трубы-шины как при первичной установке, так и при последующей эксплуатации.

### **18. Практическая ценность**

#### **Конкурентоспособность**

– разработанные методики, которые применены в отраслевых нормативных документах, отвечают известным наилучшим мировым аналогам и позволяют на протяжении всего срока эксплуатации ВЛ обеспечивать необходимый уровень эксплуатационной надежности конструкций;

– разработаны новые рекомендации, позволяющие осуществить выбор рационального типа демпфирующего устройства и выполнить расчет основных параметров гасителя колебаний конструкций жесткой ошиновки, а

также условия его настройки и эксплуатации, что обеспечивает необходимый уровень эксплуатационной надежности конструкций.

#### Инвестиционная привлекательность

– методов оценки технического состояния – для проектных институтов Министерства топлива и энергетики; энергетических предприятий, которые эксплуатируют электросетевые магистральные объекты напряжением 220–750 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.

#### Практическая ценность:

– численно-аналитическая методика расчета устойчивости решетки стальных опор с одноболтовыми соединениями позволяет повысить несущую способность конструкций воздушных линий.

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

– разработаны новые рекомендации, позволяющие осуществить выбор рационального типа демпфирующего устройства и выполнить расчет основных параметров гасителя колебаний конструкций жесткой ошиновки, а также условия его настройки и эксплуатации.

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

#### Введение в учебный процесс в виде:

– 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.

– при подготовке специалистов по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» в дисциплине «Теоретическая механика: спецкурс» и в дисциплине «Динамика и устойчивость сооружений».

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

Внедрение результатов работы в нормативные документы, которые используются проектными и специализированными научно-исследовательскими организациями, а также эксплуатационными предприятиями.

Результаты работы по гашению колебаний конструкций жесткой ошиновки ОРУ могут быть внедрены в отраслевые стандарты Российской Федерации и Украины:

1. СТО 56947007-29.060.10.005-2008. Руководящий документ по проектированию жёсткой ошиновки ОРУ 110-500 кВ.

2. СТО 56947007-29.060.10.006-2008. Методические указания по расчёту и испытаниям жёсткой ошиновки ОРУ 110-500 кВ.

3. СОУ 40.1-32385941-38:2011 «Загальні технічні вимоги до проектування та експлуатації конструкцій жорсткої ошиновки у відкритих розподільчих установках напругою від 110 до 750кВ».

4. СОУ 40.1-32385941-39:2011 «Проектування жорсткої ошиновки у відкритих розподільчих установках напругою від 110 до 750кВ»).

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

№	Авторы	Название работы	Название издания, где опубликована работа (название журнала, название научно-метрической базы)	Том, номер (выпуск, первая - последняя страницы работы)
1	Anatoliy Orzhekhovskiy, Iurii Priadko, Anton Tanasoglo, Serafim Fomenko	Design of stadium roofs with a given level of reliability	Scopus	Engineering Structures, Volume 209, 15 April 2020, 110245 <a href="https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110245">https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110245</a>
2	Горохов Е.В., Васылев В.Н., Мущанов А.В., Волчков А.Н.	Экспериментальное исследование влияния узловых соединений структурных конструкций на устойчивость центрально-сжатых стержней	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2 С.87-101
3	Горохов Е.В., Назим Я.В., Танасогло А.В.	Совершенствование решетчатых конструкций опор воздушных линий электропередачи	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №3 С. 143-154
4	Танасогло А.В., Бакаев С.Н., Фоменко С.А., Оржеховский А.Н., Козлова	Исследование аварийного тяжения токоведущих проводов опор линий	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Здания	Выпуск 2020-3(143). – С. 30-35.

	Л.В.	электропередачи	и сооружения с применением новых материалов и технологий: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	
5	Фоменко С.А.	Методы определения частотных характеристик статически неопределимых систем	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	Выпуск 2020-3(143). – С. 54-59
6	Горохов Е.В., Васылев В.Н., Миронов А.Н., Щербина А.С.	Напряженно-деформированное состояние металлической эллипсной балки	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научно-технические достижения студентов строительной архитектурной отрасли: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	Выпуск 2020-4(144). – С. 65-70
7	Serafim Fomenko, Eugeniy Denisov, Iurii Priadko, Anatoliy Orzhekhovskiy, Anton  Tanasoglo, Sergey Makarenko, Irina Rudnieva	Dynamic vibration damping of rigid busbar structures	STRUCTURES	STRUCTURES-D-20-02495

## 22. Основные выводы

1. Впервые разработана численно-аналитическая методика расчета устойчивости решетки стальных опор с одноболтовыми соединениями при сложном напряженном состоянии, позволяющая повысить несущую способность конструкций воздушных линий до 18%.

2. Уточнена математическая модель упругой шарнирно-стержневой системы за счет применения метода Cholesky и усовершенствован программный блок «USL» для расчета опор ВЛ башенного типа на основе метода конечных элементов. В результате усилия в раскосах решетки снижены на 5%.

3. На основе разработанной методики расчета устойчивости решетки опор ВЛ получены новые значения коэффициентов расчетных длин элементов решетки, которые до 20% ниже существующих, и новые значения коэффициентов продольного изгиба, которые до 39% превышают значения, принятые в отечественных нормах.

4. Теоретические результаты подтверждены экспериментальными исследованиями фрагментов опоры ВЛ 110 кВ в лабораторных условиях центра испытаний строительных конструкций и изделий и испытаниями двухцепной анкерно-угловой опоры ВЛ башенного типа У220-2+9 в натуральную величину на Полигоне ГОУ ВПО «ДонНАСА».

5. Усовершенствованы методика и алгоритмы оптимизации опор ВЛ с учетом полученных зависимостей для расчетных длин и коэффициентов продольного изгиба, которые реализованы в программном комплексе оптимального проектирования «MISI1», разработанном в ГОУ ВПО «ДонНАСА».

6. Внедрение разработанных методик расчета устойчивости и оптимизации осуществлено при реконструкции эксплуатируемой ВЛ 110 кВ «ПС Севастополь – ПС СевТЭЦ – ПС17 – ПС11», что позволило продлить срок эксплуатации 29 существующих металлических опор и снизить металлоемкость при реконструкции воздушной линии на 78%.

7. Запроектированная оптимальная башенная опора У110-2+14 возведена на территории Полтавского ГОК (г. Комсомольск), эффективность разработки которой заключается в снижении массы конструкции на 39,5% по сравнению с типовой опорой. Получен экономический эффект в размере 475300 руб.

8. Созданы математические модели совместной работы системы «балочная конструкция-демпфирующее устройство» в ветровом потоке таких способов гашения как «гаситель на нити», гаситель в виде жесткой вставки, пружинный гаситель.

9. Впервые определены рациональные параметры новых способов гашения изгибных колебаний балочных конструкций. При этом, установлены рациональные параметры различных типов гасителей колебаний:

– для «гасителя на нити» рациональные параметры собственной частоты лежат в пределах (1,75-2,2) от частоты собственных колебаний шины, а рациональные параметры массы - в пределах (1-3)% от массы шины;

– для гасителя в виде жесткой вставки при плотности материала гасителя до 500 кг/м<sup>3</sup> – рациональной является длина участка-вставки равной (0,4...0,6)·L (где L - длина трубы-шины).

10. Разработаны новые рекомендации, позволяющие осуществить выбор рационального типа демпфирующего устройства и выполнить расчет основных

параметров гасителя колебаний конструкций жесткой ошиновки, а также условия его настройки и эксплуатации.

## **Задание 2**

### **Тема задания:**

«Совершенствование конструктивных форм, разработка методов расчета и обслуживания высотных зданий и сооружений с учетом особенностей их действительной работы».

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

### **7. Предмет исследования**

Напряженно-деформированное состояние стальных конструкций и его изменение в процессе эксплуатации.

### **8. Объект исследования**

Стальные дымовые трубы и решетчатые башни.

### **9. Суть процесса исследования**

Построение численных и аналитических моделей сооружения в целом и его отдельных узлов. Исследование влияния нагрузочных режимов, видов конструктивных решений, количественных параметров, описывающих конструктивное решение, на несущую способность и долговечность сооружений. Разработка методик расчета конструктивных элементов сооружений, рекомендаций по выбору конструктивных решений конфигурации сооружения в целом и отдельных узлов, исследование влияния методов и способов технической эксплуатации.

**11. Работали над кандидатскими диссертациями:** – 1.

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

### **13. Цель и предмет работы:**

Целью работы является совершенствование методов расчета и проектирования высотных сооружений со стальным каркасом на основе численного моделирования действительной работы на стадиях монтажа и эксплуатации.

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

– исследование влияния конструктивных параметров на напряженно-деформированное состояние стальных дымовых труб с двумя уровнями оттяжек;

– исследование напряженно-деформированного состояния лацменных узлов высотных сооружений;

– исследования влияния конструктивной формы на обтекание в ветровом потоке.

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

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

- широкой распространенности данных сооружений;
- высокого уровня их ответственности;
- повышенного износа несущих конструкций;
- необходимости продления срока службы или замены существующих сооружений.

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

Исследована работа стальных дымовых труб с тремя и четырьмя оттяжками в плане в двух уровнях. Полученные результаты позволили сформулировать рекомендации по проектированию эффективных дымовых труб высотой 60...100 м на оттяжках.

Разработаны алгоритмы расчета стальных дымовых труб с тремя и четырьмя оттяжками в плане и двумя уровнями оттяжек по высоте, которые позволяют вычислить усилия в стволе и напряжения в оттяжках для различных вариантов расчетных сочетаний нагрузок.

Максимальные напряжения в оттяжках возникают при ветровой нагрузке на оттяжку в холодный период года. Максимальные усилия в стволе трубы возникают при ветровой нагрузке по биссектрисе угла между оттяжками в теплый период года, без учета техно логического нагрева ствола трубы. При данном сочетании изгибающий момент в основании трубы с четырьмя оттяжками меньше на 34 %, а напряжение на 26 %, чем в стволе с тремя оттяжками.

Напряжения уменьшаются пропорционально величине диаметра каната. При диаметре каната от 31 до 55 мм напряжение в оттяжках уменьшается для трёх оттяжек на 37 % для 1-го уровня, на 32 % для 2-го уровня; для четырёх оттяжек на 34 % для 1-го уровня, 29 % для 2-го уровня. Изгибающий момент в основании трубы уменьшается для трёх оттяжек на 42 %, для четырёх – на 40 %, а напряжение для трёх на 33 %, для четырёх – 29 %. Рационально принимать диаметры канатов 36–46,5 мм, при которых напряжения в стволе трубы с четырьмя оттяжками меньше на 33 %, чем в стволе с тремя оттяжками.

Начальное натяжение оттяжек обеспечивает требуемую жесткость ствола, регулирует величину изгибающего момента в стволе. С учетом ослабления оттяжек в период эксплуатации рационально принимать предварительные напряжения для каната диаметром 36 мм в пределах 60–100 МПа для 1-го уровня и 102–170 МПа для второго. Диаметр каната 46,5 мм позволяет уменьшить изгибающие моменты в стволе трубы на 25–30 %, напряжение на 15–20 % по сравнению с диаметром каната 36 мм. Следовательно, чем больше диаметр каната, тем меньше предварительное напряжение в оттяжках.

Угол наклона оттяжек к горизонтали от  $20^\circ$  до  $84^\circ$  приводит к увеличению момента в стволе с тремя оттяжками в 2,7 раз, с четырьмя в 3,5 раза. Напряжение в стволе трубы возрастает в 2,2 раза с тремя оттяжками, и в 2,7 раза с четырьмя. Рационально принимать угол наклона оттяжек приближенным для первого уровня к  $45^\circ$ , для второго –  $58^\circ$ , соответственно на расстоянии от оси ствола трубы в пределах от 40 до 60 м.

Определены ветровые нагрузки, приложенные к стволу трубы, которые позволили выявить основные особенности аэродинамики трубы как плохообтекаемого тела и определить значения лобового сопротивления. Смоделированы ветровые потоки, обтекающие исследуемый объект для визуального понимания процесса обтекания дымовой трубы ветровыми потоками. Изучена взаимосвязь между значениями скорости ветра и ветрового давления, а также характер потока на основании расчетных значений скорости воздушного потока и давления в контрольных точках на поверхности рассматриваемого сечения трубы.

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

Вопросы, связанные 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. Поэтому применение современных расчетных комплексов для численного и аналитического моделирования сооружений позволяют значительно глубже и точнее исследовать действительную работу данных сооружений и их узлов. Это позволяет создавать сооружения с повышенной надежностью и долговечностью при общем снижении металлоемкости.

### **18. Практическая ценность**

Выполненные в 2020 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 дымовых труб на оттяжках;
- уточнить методы расчета для изыскания резервов несущей способности и продления срока службы высотных сооружений.

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

Разработанные в рамках данной работы методики моделирования действительной работы сооружений со стальным каркасом 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.

## 20. Перечень разработанной документации и образцов

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

1. Губанов В.В. Моделирование взаимодействия дымовых труб с ветровым потоком / В.В. Губанов, А.Р. Толстяков. – Металлические конструкции, Макеевка. - 2020 – Т.26, №2. – С.49–61.

2. Губанов В.В. Влияние количества оттяжек на напряженно-деформированное состояние стальных дымовых труб / В.В. Губанов, Е.Н. Оленич – Металлические конструкции, Макеевка – 2020 – Т.26, №3. – С. 131–142.

3. Губанов В.В. Металлические конструкции: принципы оценки и прогнозирования технического состояния. – XXIX научно-методическая конференция «Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций» на Базе Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии С.В. Хрулева, 19 марта 2020 г., г. Санкт-Петербург.

## 22. Основные выводы

1). Полученные зависимости изгибающих моментов, продольных сил и напряжений в оболочке и оттяжках от конструктивных параметров стальных дымовых труб позволили сформулировать рекомендации по проектированию эффективных дымовых труб высотой 60...80 м на оттяжках.

2). Выполненные численные исследования обтекания дымовых труб ветровым потоком позволили уточнить значения коэффициентов лобового сопротивления с учетом наличия вихревых процессов.

## Задание 3

### Тема задания

«Конструктивные формы рамных трубобетонных узлов многоэтажных зданий, разработка инженерных методов их расчета»

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

### 7. Предмет исследования:

– напряженно-деформированное состояние рамных узлов со стойками из трубобетона и ригелями двутаврового сечения;

– напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонной плиты перекрытия по профилированному листу в стадиях монтажа и эксплуатации, исследование ее действительной работы.

#### **8. Объект исследования:**

- рамные узлы многоэтажных зданий с применением стоек из трубобетона и ригелей двутаврового сечения;
- сталежелезобетонная плита перекрытия, выполненная по балочной разрезной схеме с применением профилированного листа.

#### **9. Суть процесса исследования, разработки:**

Исследования выполнялись с использованием основных разделов механики деформируемого твердого тела :

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

Достаточно точную оценку напряженно-деформированного состояния (НДС), а также общей и местной устойчивости конструкции можно получить с помощью МКЭ, применяя его для каждой модели с изменяющимися параметрами. Данный метод применим на стадии предварительного расчета или при первоначальных теоретических исследованиях работы конструкции под нагрузкой, но требует дальнейшего экспериментального подтверждения. МКЭ заложен в ряд программных комплексов (ПК), которые в настоящее время доступны для Донбасса:

- Лира 9.6, Лира САПР 2013, Лира САПР 2017;
- SCAD Office 7.31, SCAD Office 11.5.

Статические расчеты моделей рамных трубобетонных узлов выполнялись с использованием вышеупомянутых ПК:

- при упругой работе материала;
- с рассмотрением задач нелинейной упругости (с учетом упруго-пластического деформирования материалов по реальным диаграммам  $\sigma - \epsilon$ ).

Расчетными моделями рамных трубобетонных узлов, и плитных конструкций, реализованных в ПК, являются пространственные системы, моделированные конечными элементами (КЭ) в виде:

- оболочек прямоугольной и треугольной конфигурации для плоского напряженного состояния (ригели двутаврового сечения, узловые детали в виде фасонки, поясных накладок и т.д, моделирование профилированного настила);
- объемных КЭ (прямоугольный параллелепипед, призма) для описания объемного НДС оболочки-трубы и бетонного ядра трубобетонной стойки с моделированием объединения перемещений узлов КЭ по контакту внутренней поверхности трубы – бетонное ядро, моделирование бетона в сталежелезобетонной плите перекрытия.

Граничные условия накладывались на расчетные модели с учетом их реальной работы под нагрузкой и реальной передачи силовых факторов (изгибающих моментов, поперечных и продольных сил) на элементы моделируемых узлов.

#### **10. Основные научные результаты:**

Научная новизна полученных результатов:

- численными методами определено НДС рамных узлов с узловыми горизонтальными накладками, определены зоны с наибольшими нормальными, касательными и приведенными напряжениями;
- разработана методика экспериментальных исследований рамных трубобетонных узлов, определена экспериментальная нагрузка и степени нагружения при испытаниях узлов;
- по результатам выполненных численных и экспериментальных исследований сталежелезобетонной плиты выявлена возможность её эксплуатации в реальных условиях под действием нагрузок, регламентируемых действующими нормативными документами, с применением гладкого профилированного листа без дополнительных элементов анкеровки и установки дополнительной стрежневой арматуры.

#### **11. Работа 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.

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

- Анищенков В.М., аспирант кафедры металлических конструкций и сооружений, ассистент;
- Белый Д.В., ассистент кафедры металлических конструкций и сооружений;
- Миронов А.Н., к.т.н., доцент кафедры металлических конструкций и сооружений.

#### **13. Цель работы:**

- исследование работы жёстких рамных узлов трубобетонных конструкций;
- разработка рекомендаций по расчёту и проектированию рамных узлов трубобетонных конструкций на основании теоретических и экспериментальных исследований;
- исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) сталежелезобетонных плит перекрытия по гладкому профилированному листу, без дополнительных анкерующих элементов.

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

- анализ НДС рамных трубобетонных узлов с примыканием риге-лей с одной и двух сторон к стойке;
- теоретические исследования изменения НДС узлов при различных изменяющихся параметрах геометрии сечения круглой трубы стойки;
- расчет сталежелезобетонных плит на изгиб по существующим инженерным методикам в монтажной и эксплуатационной стадиях строительства, где профилированный лист выступает в роли несъемной опалубки;
- определение сдвигающих усилий в сталежелезобетонной плите, выявление возможности сопротивления за счет сил сцепления бетона с листом без установки дополнительных упоров и анкеров, определение пригодности конструкции по группам предельных состояний;
- численное моделирование работы фрагмента плиты по балочной разрезной схеме на расчетные нагрузки в ПК «Лира-САПР 2017».
- экспериментальные исследования сталежелезобетонной плиты с применением несъемной опалубки в виде профлиста;
- сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований;
- определение экономического эффекта от применения профилированного листа в качестве несъемной опалубки и несущей арматуры растянутой зоны бетона.

### **15. Реализация заданий работы**

Выполнен анализ литературных источников по теме исследований, обобщен отечественный и мировой опыт применения трубобетонных конструкций в строительстве, рассмотрены конструктивные решения рамных узлов многоэтажных зданий, применяемых в мировой практике строительства. Проанализированы преимущества и недостатки существующих конструктивных решений рамных узлов.

Определены преимущества и недостатки сталежелезобетонных плит с использованием профилированных настилов, определены области их применения в строительстве, в том числе в виде горизонтальных дисков перекрытий и покрытий многоэтажных зданий.

В ПК Лира САПР 2017 разработаны численные модели сталежелезобетонной плиты пролетом 2,0 м с использованием профлиста Н60-750-0,8. Определено НДС плиты с учетом совместной работы бетона и профлиста без установки дополнительной арматуры и анкерующих элементов, определены зоны для наклейки тензорезисторов на поверхности профлиста и бетона при экспериментальных исследованиях плиты.

Выполнены экспериментальные исследования сталежелезобетонной плиты пролетом 2,0 м с определением прогибов в середине пролета и нормальных напряжений в бетоне сжатой зоны и в профилированном настиле растянутой зоны. Экспериментальными и численными методами определен

изгибающий момент и предельная нагрузка на плиту, при которой образуются первые трещины в растянутой зоне.

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

– по результатам численных исследований жестких рамных узлов с применением трубобетонных стоек и ригелей двутаврового сечения определены зоны с максимальными нормальными, касательными и приведенными напряжениями в элементах узлов при проскальзывании бетона и с учетом трения бетона о стенки трубы;

– численными методами с применением МКЭ определены уровни нагрузок на трубобетонные узлы, при которых происходит нарушение сцепления бетона с внутренней поверхностью оболочки трубы стойки;

– разработана методика экспериментальных исследований рамных узлов с изменяющимися параметрами круглой трубы трубобетонной стойки;

– определена предельно допустимая нагрузка для шарнирно опертой сталежелезобетонной плиты пролетом 2,0 м, при которой возникают первые трещины в растянутом бетоне без установки дополнительной стержневой арматуры в растянутой зоне.

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

В настоящее время в отечественную практику строительства активно внедряются трубобетонные и сталежелезобетонные конструкции, зачастую в виде колонн и стоек, испытывающих центральное или внецентренное сжатие от вертикальных и горизонтальных нагрузок, изгибаемые элементы с применением профилированных листов. 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. Таким образом, выполняемые исследования являются актуальными и востребованными для практических целей строительства.

#### **18. Практическая ценность**

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.

Практическое значение численных и экспериментальных исследований сталежелезобетонной плиты с использованием профилированного листа заключается в достижении значительного экономического эффекта вследствие экономии арматурной стали и работ по устройству опалубки.

#### **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:**

1. А. Н. Миронов, Д. В. Белый, В. М. Анищенко «Напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонной плиты по профилированному настилу» / Журнал МК, том 26, №2, 2020 г.

2. А. Н. Миронов, Д. В. Белый, В. М. Анищенко «Исследование действительной работы сталежелезобетонных плитных конструкций с использованием профилированного настила» / Журнал МК, том 26, №3, 2020 г.

22. Основные выводы:

1. По результатам численных расчетов моделей рамных узлов определены НДС, определены зоны с наибольшими нормальными, касательными и приведенными напряжениями в трубе и бетонном ядре трубобетонной стойки в зависимости от толщины стенки трубы.

2. Разработана методика экспериментальных исследований рамных узлов с изменяющимися параметрами сечения круглой трубы трубобетонной стойки.

3. Численными и экспериментальными методами определены НДС шарнирно опертой сталежелезобетонной плиты пролетом 2,0 м с использованием профлиста Н60-750-0,8. Определены резервы ее несущей способности в виде максимальной нагрузки, при которой начинают появляться первые трещины в растянутом бетоне.

4. Определен экономический эффект сталежелезобетонных плит без использования дополнительных анкерующих элементов и стержневой арматуры в растянутой зоне.

#### **Задание 4**

**Тема задания:**

«Формообразование и проектная надежность для новых конструктивных решений в виде пространственных стержневых и листовых металлических оболочек покрытий большепролетных конструкций зданий и сооружений»

**Руководитель задания:** д.т.н., профессор Мущанов В.Ф.

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

листовых металлических оболочек покрытий большепролетных конструкций зданий и сооружений.

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

**9. Суть процесса исследования:**

– установление оптимальных геометрических форм большепролетных структурных покрытий на нетиповых планах, применение которых позволит использовать типовой сортамент стержневых и соединительных элементов для перекрытия нетиповых пролетов;

– установление эффективности использования кольцевых ребер жесткости для обеспечения устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров с геометрическими несовершенствами стенки в виде угловатости монтажных вертикальных сварных соединений;

– установление редуцированного коэффициента для мембранной тонколистовой пластины (оболочки) при ее совместной работе на поперечный изгиб с подкрепляющим элементом «постели» большепролетного мембранного покрытия в зависимости от соотношения их жесткостей, геометрии нагрузки уровня напряжений и вида напряженного состояния.

**10. Основные научные результаты:**

– разработан эффективный алгоритм оптимального формообразования большепролетных структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах с учетом конструктивного решения узла при оценке устойчивости центрально-сжатых элементов и использовании типовых трубчатых элементов и соединительных коннекторов;

– установлены границы параметров характерного дефекта в виде угловатости вертикального монтажного сварного шва, позволяющие выполнить оценку их влияния на общую устойчивость стенки резервуара. При этом для стенки с дефектом установлены уточненные зависимости между гибкостью стенки и коэффициентом запаса ее устойчивости, учитывающие параметр угловатости;

– адекватность экспериментально зафиксированных компонентов напряженного состояния всех испытанных типов моделей оболочек результатам расчёта на устойчивость в комплексе ЛИРА-САПР 2015 R4 позволяет подтвердить корректность сформированных конечно-элементных моделей и возможность их использования при проведении дальнейших численных исследований. По результатам теоретических и экспериментальных исследований расхождение основных составляющих напряжённого состояния при соответствующей нагрузке не превысило 7,1 % для кольцевых и 11,2% для меридиональных напряжений.

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

- асс. Мущанов А.В. (каф. МКиС);
- асс. Зубенко А.В., Цепляев М.Н., Шпиньков В.А. (каф. ТПМ)

**12. В работе принимали участие:** 0 - аспиранты, 3 - студента.

### **13. Цель и предмет работы.**

Совершенствование конструктивных форм пространственных стержневых и листовых металлических оболочек покрытий большепролетных конструкций зданий и сооружений и установление для них особенностей напряженно-деформированного состояния

### **14. Перечень основных заданий**

- проведение исследований по оптимизации структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах;
- проведение исследований по влиянию угловатости сварных соединений на величину критических кольцевых напряжений в стенках вертикальных цилиндрических резервуаров;
- определение границ рациональности применения колец жесткости для резервуаров с различными параметрами исходя из требования обеспечения устойчивости при минимальной металлоёмкости конструкции при действии кольцевых сжимающих нагрузок.
- проведение численных и экспериментальных исследований по определению аэродинамических коэффициентов для моделей вертикальных цилиндрических резервуаров с известными характерными значениями коэффициентов с апробированной расчетной методикой и нормированием в соответствующих документах (СНиП, ДБН, Еврокод), а именно с плоской и сферической кровлей.

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

Этапы работы:

- проведение исследований по оптимизации структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах с несмещаемыми опорами;

- проведение теоретических и экспериментальных исследований по рациональному применению ребер жесткости для обеспечения устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров больших объемов;
- разработка предложений по созданию новых типов конструктивно преднапряженных большепролетных мембранных покрытий и методов учета совместной работы подкрепляющих элементов «постели» и несущей конструкции тонколистовой мембранной оболочки;
- испытание ячейки структурного покрытия и модели одиночного стержня без узловых соединений из условия устойчивости центрально-сжатых стержней;

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

- разработан эффективный алгоритм оптимального формообразования большепролетных структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах с учетом конструктивного решения узла при оценке устойчивости центрально-сжатых элементов и использовании типовых трубчатых элементов и соединительных коннекторов;

- установлены резервы несущей способности оболочки стенки ВЦР, обусловленные использованием разработанной методики рациональной расстановки колец жесткости, что позволяет уточнить значения величин критических значений кольцевых напряжений в стенке по отношению к действующим в нормативных документах;

1. – По данным проведенного экспериментального исследования подтверждено увеличение несущей способности центрально-сжатого стержня с теоретическим значением  $\sigma = 120$  до 36% (по данным численного исследования – до 41%) по сравнению с теоретическим значением критической силы (что объясняется принятой упрощенной диаграммой деформирования стали принятой в соответствии с возможностями ПК ЛИРА-САПР).

### **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, РФ 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;

- результаты исследований, полученные в ходе выполнения в части рациональной расстановки колец жесткости при обеспечении устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров от действия сжимающих кольцевых напряжений, не имеют аналогов в существующих нормативных документах (СНиП, СП, ДБН, Еврокоды, API).

– для группы резервуаров на основе численного моделирования получены уточненные значения аэродинамических коэффициентов ветрового давления для каждого из группы резервуаров, обеспечивающие в дальнейшем уточненную оценку НДС конструкции стенки по сравнению с нормируемым в настоящий момент подходом по ДБН и Еврокод

### **18. Практическая ценность:**

– разработанная методика оптимального проектирования структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах с учетом уточненной несущей способности центрально-сжатых элементов проектируемой конструкции;

– на основании результатов проведенных исследований по рационализации расстановки колец жесткости и полученных зависимостей предложен повышающий коэффициент для вычисления аналитических значений кольцевых критических напряжений по нормам СТО СА 03-002-2009 и СП16.13330.2017, при использовании методики размещения колец приведенной в данной работе;

– с учетом установленного взаимодействия подкрепляющих элементов «постели» с тонколистовой мембранной оболочкой реализуется возможность на стадии расчета и проектирования выполнять расчеты объекта с корректным учетом их совместной работы, что, в конечном итоге, позволяет снизить материалоемкость и уточнить жесткостные характеристики системы в целом.

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

Результаты исследований внедрены в учебный процесс ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» в лекционном курсе «Расчет и проектирование зданий и сооружений» для магистров направления 08.04.01 «Строительство» со специализацией «Теория и проектирование зданий и сооружений», а также в учебный процесс Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого при подготовке специалистов по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений», а также по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство», в материале дисциплины «Металлические конструкции», 7 семестр и по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», программа подготовки «Теория и проектирование зданий и сооружений (МК)» в материалах дисциплины «Особенности расчета, проектирования и эксплуатации уникальных зданий и сооружений».

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

– рекомендации по обеспечению устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров от действия кольцевых сжимающих нагрузок на основе рационального расположения кольцевых ребер жесткости (внедрены при разработках проектов по усилению инженерных сооружений ООО «Донецкий ПромстройНИИпроект»)

– рекомендации по проектированию структурных покрытий с шаровыми узловыми вставками-коннекторами на высокопрочных болтах ООО «Донецкий ПромстройНИИпроект»)

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

№	Название	Вид работы	Выходные данные	Авторы
1	Оптимальные конструктивные решения структурных покрытий на прямоугольных нетиповых планах	Научная статья	Металлические конструкции. 2020. – ТОМ 26, НОМЕР 1. – С.37-48. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-1/04_mushchanov.pdf">http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-1/04_mushchanov.pdf</a>	А.В. Мущанов
2	Экспериментальное исследование влияния узловых соединений структурных конструкций на устойчивость центрально-сжатых стержней (статья)	Научная статья	Металлические конструкции. 2020. – ТОМ 26, НОМЕР 2. – С.87-101. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-2/04_horokhov_vasylev_mushchanov_volchkov.pdf">http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-2/04_horokhov_vasylev_mushchanov_volchkov.pdf</a>	Е.В. Горохов, В.Н. Васылев, А.В. Мущанов, А.Н. Волчков
3	Уточнение нормативных выражений для определения кольцевых критических напряжений потери устойчивости при действии ветровой нагрузки	Научная статья	Металлические конструкции. 2020. – ТОМ 26, НОМЕР 1. – С.25-35. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-1/03_mushchanov_tcepliaev_zubenko.pdf">http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-1/03_mushchanov_tcepliaev_zubenko.pdf</a>	В.Ф. Мущанов, М.Н. Цепляев, А.В. Зубенко
4	Влияние осадки опор на напряженно-деформированное состояние структурного покрытия типа «кислородск»	Научная статья	Металлические конструкции. 2020. – ТОМ 26, НОМЕР 3. – С.103-115. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-3/01_romenski_gladkikh_tarasenko.pdf">http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2020-3/01_romenski_gladkikh_tarasenko.pdf</a>	И.В. Роменский, А.Ю. Гладких, Н.А. Тарасенко

## 22. Основные выводы.

1. Разработан эффективный алгоритм оптимального формообразования большепролетных структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах с учетом конструктивного решения узла при оценке устойчивости центрально-сжатых элементов и использовании типовых трубчатых элементов и соединительных коннекторов.

2. Установлены граничные параметры дефекта угловатости вертикального сварного шва, при которых наблюдается максимальное снижение устойчивости стенки, на которую воздействует поперечная нагрузка (ветер и вакуум). Для зависимостей, полученных для оболочки с идеальной геометрией, разработана система корректирующих параметров ( $\lambda_{1(ДЕФ)}$ ,  $k_{ДЕФ}$ ), позволяющих учесть влияние параметров дефекта на величину критических напряжений устойчивости.

3. Установлены зависимости, характеризующие совместную работу мембранной пластины и изгибно-жесткого элемента «постели» на поперечный изгиб. Для дальнейшего обоснованного назначения величины редуцированного коэффициента, связанного со включением в работу мембранной оболочки при заданных характеристиках расчетной схемы необходимо проведение численных исследований по использованной методике и как результат - установление функциональных зависимостей, позволяющих назначать искомое значение коэффициента как функции значимых аргументов-факторов:

- гауссова кривизна оболочки;
- соотношение  $D/EI$  (цилиндрической жесткости оболочки к изгибной жесткости подкрепляющего элемента);
- соотношение уровней напряжений в подкрепляющем элементе и оболочке обусловленных величиной действующей нагрузки ( $\sigma_1 / \sigma_3, \sigma_2 / \sigma_3$ ).

## 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.	Испытательный стенд статических испытаний балочных конструкций	Выполнение статических и динамических испытаний металлических конструкций	
2.	Универсальный стенд для статических испытаний строительных конструкций	то же	
3.	Металлический стенд	то же	
4.	Тензометрическая система СИИТ-2	то же	
5.	Тензометрическая система	то же	

	СИИТ-3		
6.	Цифровой измеритель ИДЦ-1	то же	
7.	Ультразвуковой прибор ГСП УК-10	то же	
8.	Пресс гидравлический П-25	то же	
9.	Пресс гидравлический П-10	то же	
10.	Разрывная машина Р-20	то же	
11.	Разрывная машина Р-50	то же	
12.	Разрывная машина для изделий из пластмасса	то же	
13.	Пресс-автомат ПГ-10	то же	
14.	Гидравлический пресс ПГП	то же	
15.	Прогибомеры Максимова; тензометры Гугенбергера; индикаторы часового типа; динамометры ДОСМ-3, ДОСМ-1	то же	
16.	Пресс дыропробивной,	Изготовление конструкций и моделей для испытаний	
17.	Радиально-сверлильный станок,	то же	
18.	Трансформатор ТДФ 1001-У3	то же	
19.	Трансформатор ТДФЖ1002	то же	
20.	Генератор постоянного тока;	то же	
21.	Трансформатор ВДУ504-1 У3	то же	

## 12. Публикации

№	Авторы	Название работы	Название издания, где опубликована работа (название журнала, название науко-метрической базы)	Том, номер (выпуск, первая-последняя страницы работы)
<b>1. Публикации в Scopus, Web of Science</b>				
1	Anatoliy Orzhekhovskiy, Iurii Priadko, Anton Tanasoglo, Serafim Fomenko	Design of stadium roofs with a given level of reliability	<b>Scopus</b>	Engineering Structures, Volume 209, 15 April 2020, 110245 <a href="https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110245">https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110245</a>
<b>2. В международной науко-метрической базе данных РИНЦ, ICONDA, Index Copernicus и др.</b>				
1	Оржеховский А.Н.	Анализ параметров надежности конструкций рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №1 С.5-14

2	Мущанов А.В.	Оптимальные конструктивные решения структурных покрытий на прямоугольных нетиповых планах	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №1 С.37-48
3	Губанов В.В., Толстяков А.Р.	Моделирование взаимодействия дымовых труб с ветровым потоком	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2 С.49-61
4	Миронов А.Н., Белый Д.В., Анищенков В.М.	Напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонной плиты по профилированному настилу	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2, С.63-75
5	Роменский И.В., Миронов А.Н., Тарасенко Н.А., Мещерин Е.А., Гладких А.Ю.	Конструкции прогонов покрытия в виде балок с перфорированной стенкой	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2 С.77-85
6	Горохов Е.В., Васылев В.Н., Мущанов А.В., Волчков А.Н.	Экспериментальное исследование влияния узловых соединений структурных конструкций на устойчивость центрально-сжатых стержней	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2 С.87-101
7	Роменский И.В., Гладких А.Ю., Тарасенко Н.А.	Влияние осадки опор на напряженно-деформированное состояние структурного покрытия	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №3 С. 103-115
8	Миронов А.Н., Белый Д.В.	Напряженно-деформированное состояние для сталежелезобетонных плитных конструкций с использованием профилированного настила	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №3 С. 117-129
9	Губанов В.В., Оленич Е.Н.	Влияние количества оттяжек на напряженно-деформированное состояние стальных дымовых труб	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №3 С. 131-142
10	Горохов Е.В., Назим Я.В., Танасогло А.В.	Совершенствование решетчатых конструкций опор воздушных линий электропередачи	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №3 С. 143-154

11	Танасогло А.В., Бакаев С.Н., Фоменко С.А., Оржиховский А.Н., Козлова Л.В.	Исследование аварийного тяжения токоведущих проводов опор линий электропередачи	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	Выпуск 2020- 3(143). – С. 30- 35.
12	Оржиховский А.Н., Муцанов А.В., Штурмина А.А., Штурмина В.А.	Оптимизация конструкции структурного покрытия из труб на прямоугольном плане	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	Выпуск 2020- 3(143). – С. 49- 53
13	Фоменко С.А.	Методы определения частотных характеристик статически неопределимых систем	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	Выпуск 2020- 3(143). – С. 54- 59
14	Горохов Е.В., Васылев В.Н., Миронов А.Н., Щербина А.С.	Напряженно- деформированное состояние металлической эллипсной балки	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научно-технические достижения студентов строительно- архитектурной отрасли: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	Выпуск 2020- 4(144). – С. 65- 70

15	Мешерин Е.А., Роменский И.В.	Прогоны покрытия в виде балок с гофрированной стенкой	Сборник докладов по материалам конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова» - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, – 2020 г.	ISBN 978-5-361- 00793-6, С.595- 600
16	Гладких А.Ю., Роменский И.В.	Влияние осадки опор на НДС структурного покрытия	Сборник докладов по материалам конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова» - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, – 2020 г.	ISBN 978-5-361- 00793-6, С.2381- 2384
17	Тарасенко Н.А., Роменский И.В.,	Прогоны покрытия в виде балок с перфорированной стенкой	Сборник докладов по материалам конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова» - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, – 2020 г.	ISBN 978-5-361- 00793-6, С.2474- 2478
<b>3. Статьи, принятые редакцией к печати в журналах, входящих в международные научно-метрические базы данных</b>				
1	Serafim Fomenko, Eugeny Denisov, Iurii Priadko, Anatoliy Orzhekhovskiy, Anton Tanasoglo, Sergey Makarenko, Irina Rudnieva	Dynamic vibration damping of rigid busbar structures	STRUCTURES	STRUCTURES- D-20-02495
2	Миронов А.Н., Анищенков В.М., Алексеев Д.	Методика экспериментальных исследований рамных трубобетонных узлов со стойками из круглой	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №4

		трубы и ригелями двутаврового сечения		
3	Миронов А.Н., Смирнова Н.С.	Методика экспериментальных исследований анкерной опоры у220+9 с несовершенствами при действии статических нагрузок	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №4
4	Мишура С.Н., Копачев Р.Р., Авсиевич В.А.	Действительное состояние металлоконструкций резервуара объемом 3000 м3 по итогам технического освидетельствования	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №4
5	Роменский И.В., Миронов А.Н., Пилецкий Р.В.	Напряжённо-деформированное состояние защитной стенки стального вертикального цилиндрического резервуара при воздействии гидродинамического удара вследствие возникновения чрезвычайных ситуаций	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №4

### 13. Инновационная деятельность

#### 1. Научная конференция.

19-20 апреля 2020 года в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры проводилась VI 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 IV Международного строительного форума «Строительство и архитектура - 2020», 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 4 кафедральных плаката и 2 макета на сайте ДонНАСА.

#### 14. Научное и научно-техническое сотрудничество с зарубежными организациями кафедры «МКиС»

№ п/п	Мероприятие	Название, основное содержание	Страна	Сроки (дата)	Прим.
1	Заключение договоров о сотрудничестве	ФГБОУ ВПО ВолгГТУ, сотрудничество в выполнении научно-исследовательских и научно-практических работ, договор №17/1 -12 от 23.01.2017 г.	Россия	с 2017 г.	
2	Участие в научных конференциях, в т. ч. в вебинарах	1. Вебинар: «Распространенные ошибки конструкторов при разработке конкурсного проекта Steel2Real. Опыт прошлых лет», АРСС	Россия, Москва	05 февраля 2020	3 чел
		2. Вебинар: «Конструктивные решения огнезащиты металлоконструкций», АРСС	Россия, Москва	12 февраля 2020	3 чел
		3. Международная конференция "Современные технологии и инновации в науке и промышленности" (HIRM 2020) на базе Аэрокосмической школы и лаборатории «Современные информационные технологии»	Россия, Красноярск	28 февраля	1 чел
		4. Вебинар: «Пример проектирования балки, ручной расчет по СП266», АРСС	Россия, Москва	20 марта 2020	3 чел.
		5. Участие в XIX Международной конференции «Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий» в ДонНАСА на тему «Стратегия обслуживания стальных дымовых труб на оттяжках».	ДНР, Макеевка	17 апреля 2020	1 чел. Оленич Е.Н
		6. Вебинар: «Технология ВІМ в жизненном цикле здания на стальном каркасе», АРСС	Россия, Москва	8 апреля 2020	2 чел
		7. Вебинар: «Оцинкованная сталь марок S390GD, S420GD, S450GD для эффективных стальных конструкций», АРСС	Россия, Москва	15 апреля 2020	2 чел
		8. Вебинар: «Расчёт сложных узлов в IDEA StatiCa. Опыт компании «Ренейссанс Констракшн»», АРСС.	Россия, Москва	22 апреля 2020	1 чел.
		9. Вебинар: «Свода правил 16.13330.2017 в ETABS и	Россия, Москва	14 мая 2020	1 чел

	SAP2000», APCC			
	10. Вебинар: «Защита строительных металлоконструкций от коррозии», APCC	Россия, Москва	20 мая 2020	1 чел
	11. Вебинар «Использование системы по работе с данными о материалах Ansys Granta MI Pro», CADFEM Ansys	Россия, Москва	15 июня 2020	1 чел.
	12. Вебинар: «Использования признанного в мировой практике и разработанного кембриджскими профессорами GRANTA EduPack для поддержки обучения студентов науке о материалах на всех инженерных направлениях», CADFEM Ansys	Россия, Москва	23 июня 2020.	1 чел.
	13. Вебинар: «Информационное трехмерное проектирование промышленных объектов на основе российских технологий», CSoft Москва	Россия, Москва	2 июля 2020	1 чел
	14. Вебинар «AutoCAD Forever v2021: Делай быстрее с AutoCAD Architecture! Работай продуктивнее, используя правильные инструменты», CSD	Россия, Москва	3 июля 2020	1 чел.
	15. Вебинар «Расчет стальных конструкций с помощью программного обеспечения APCC «Подбор стальных сечений», APCC	Россия, Москва	19 августа 2020	1 чел
	16. Вебинар: «Новые стали ЕВРАЗ в строительстве», APCC	Россия, Москва	16 сентября 2020	2 чел.
	17. Вебинар: Расчет объектов энергетики. Опыт использования ЛИРА 10 на примере ООО «УралТЭП», Лира Софт.	Россия, Москва	22 сентября 2020	2 чел.
	18. Вебинар: «Проблемы коррозионной стойкости оцинкованных профилей, долговечность и срок службы зданий из ЛСТК. Коррозионная стойкость саморезов.», APCC	Россия, Москва	23 сентября 2020	2 чел.
	19. Вебинар: «Новая версия nanoCAD Конструкторский BIM 2.0», NANOCAD	Россия, Москва	6 октября 2020	2 чел.
	20. Вебинар: «Особенности расчета элементов стальных	Россия, Москва	7 октября 2020	2 чел.

		конструкций», АРСС.			
		21. Вебинар: «Унифицированные АРМ на базе Model Studio CS и nanoCAD», CSoft	Россия, Москва	21 октября 2020	1 чел.
		22. Вебинар: «Назначение характеристик сталей для фасонного проката при проектировании», АРСС.	Россия, Москва	28 октября 2020	2 чел.
		23. Вебинар: «Комбинированные решения на основе стального каркаса и ограждающих конструкций из ЛСТК», АРСС	Россия, Москва	18 ноября 2020	2 чел.
		24. Вебинар: «Развитие производства проката с премиальными покрытиями», АРСС	Россия, Москва	25 ноября 2020	2 чел.
		25. Вебинар: «Взаимодействие nanoCAD Конструкторский BIM 2.0 с расчетными комплексами на примере SCAD Office», NANOCAD	Россия, Москва	2 декабря 2020	2 чел.
		26. Вебинар: «Проектирование зданий и сооружений с использованием Autodesk Revit и Лира 10, ЛИРА софт	Россия, Москва	3 декабря 2020	3 чел.
		27. Вебинар: «Платформа ВКР: эффективные инструменты удаленного взаимодействия преподавателя и студента при подготовке ВКР», ВКР-ВУЗ.РФ	Россия, Москва	10 декабря 2020	3 чел.
		28. Вебинар: «Основные понятия зеленого строительства и систем сертификации. Современные принципы проектирования и строительства зданий с использованием стали», АРСС	Россия, Москва	16 декабря 2020	2 чел.
3	Проведение совместных форумов				
4	Проведение совместных научных разработок				
5	Участие в грантовых программах				
7	Обмен				

	студентами и аспирантами				
8	Обмен преподавателям и	Д.т.н. Губанов В.В. принял участие в научно-исследовательской работе в «Санкт-Петербургском политехническом университете им. Петра Первого». Ознакомление с опытом преподавания специальных дисциплин	Россия, Санкт-Петербург	15.03.20-29.03.20	1 чел
9	Публикации материалов исследований в зарубежных научных сборниках	1.Design of stadium roofs with a given level of reliability / Anatoliy Orzhekhovskiy, Iurii Priadko, Anton Tanasoglo, Serafim Fomenko - Scopus. Engineering Structures, Volume 209, 15 April 2020, 110245. <a href="https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110245">https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110245</a>	Scopus	15 April 2020	2 чел.
		2. Мещерин Е.А., Роменский И.В. Прогоны покрытия в виде балок с гофрированной стенкой [Электронный ресурс] / Международная научно-техническая конференция молодых ученых. – Белгород, 2020. – ISBN 978-5-361-00793-6, С.595-600	Россия, Белгород	2020	1 чел.
		3. Гладких А.Ю., Роменский И.В. Влияние осадки опор на напряжённо-деформированное состояние структурного покрытия типа «Кисловодск» [Электронный ресурс] / Международная научно-техническая конференция молодых ученых. – Белгород, 2020. – ISBN 978-5-361-00793-6, С.2381-2384	Россия, Белгород	2020	1 чел
		4.Тарасенко Н.А., Роменский И.В. Прогоны покрытия в виде балок с перфорированной стенкой [Электронный ресурс] / Международная научно-техническая конференция молодых ученых. – Белгород, 2020. – ISBN 978-5-361-00793-6, С.2474-2478	Россия, Белгород	2020	1 чел.
10	Создание совместных				

	научно-образовательных центров				
11	Другие мероприятия	1. Завершили обучение по программе повышения квалификации «Передовые производственные технологии» Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого.	Россия, Санкт-Петербург	13.07.20-31.08.20	1 чел. Оленич Е.Н.
		2. Тестовый доступ к электронно-библиотечной системе Polpred.com издательства ООО «ПОЛПРЕД Справочники», отв. Роменский И.В.	Россия, Москва	январь-декабрь 2020	
		3. Доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks, » отв. Роменский И.В	Россия, Москва	январь-декабрь 2020	

### 15. Защищенные диссертации

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

#### Основные данные

Процент студентов кафедры, принимающих участие в научных исследованиях, (%)	Количество молодых ученых, работающих на кафедре	Процент молодых ученых, остающихся работать в учреждении после окончания аспирантуры, (%)
100	8	100

#### Участие студентов в НИР

<b>Общее</b> количество студентов, участвующих в НИР (чел.)	Количество студентов, участвующих в НИР <b>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
39	6	10	8	33

#### Публикации со студентами

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

			базы)	
1	Губанов В.В., Толстяков А.Р.	Моделирование взаимодействия дымовых труб с ветровым потоком	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2 С.49-61
2	Миронов А.Н., Белый Д.В., Анищенков В.М.	Напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонной плиты по профилированному настилу	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2, С.63-75
3	Роменский И.В., Миронов А.Н., Тарасенко Н.А, Мещерин Е.А., Гладких А.Ю.	Конструкции прогонов покрытия в виде балок с перфорированной стенкой	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №2 С.77-85
4	Роменский И.В., Гладких А.Ю., Тарасенко Н.А.	Влияние осадки опор на напряженно-деформированное состояние структурного покрытия	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №3 С. 103-115
5	Миронов А.Н., Белый Д.В.	Напряженно-деформированное состояние для сталежелезобетонных плитных конструкций с использованием профилированного настила	Металлические конструкции Макеевка	2020 – Т.26, №3 С. 117-129
6	Оржиховский А.Н., Мушанов А.В., Штурмина А.А., Штурмина В.А.	Оптимизация конструкции структурного покрытия из труб на прямоугольном плане	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий: сб. науч. тр. – Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	Выпуск 2020-3(143). – С. 49-53
7	Горохов Е.В., Васылев В.Н., Миронов А.Н., Щербина А.С.	Напряженно-деформированное состояние металлической эллипсной балки	Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научно-технические достижения студентов строительной архитектурной отрасли: сб. науч. тр.	Выпуск 2020-4(144). – С. 65-70

			– Макеевка: ДонНАСА, РИНЦ	
8	Мещерин Е.А., Роменский И.В.	Прогоны покрытия в виде балок с гофрированной стенкой	Сборник докладов по материалам конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова» - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, – 2020 г.	ISBN 978-5-361- 00793-6, С.595- 600
9	Гладких А.Ю., Роменский И.В.	Влияние осадки опор на НДС структурного покрытия	Сборник докладов по материалам конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова» - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, – 2020 г.	ISBN 978-5-361- 00793-6, С.2381- 2384
10	Тарасенко Н.А., Роменский И.В.,	Прогоны покрытия в виде балок с перфорированной стенкой	Сборник докладов по материалам конференции «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова» - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, – 2020 г.	ISBN 978-5-361- 00793-6, С.2474- 2478

*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

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

1. В марте 2020 г был проведен ежегодный инспекционный контроль ЦИСИиК ГОУ ВПО ДОННАСА представителями ГП Донецкстандартметрология.

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

1. Проф. Губанов В.В. являлся членом аттестационной комиссии по аттестации экспертов в области промышленной безопасности в области аттестации «подъемные сооружения» при Госгортехнадзор ДНР.

2. Ягмур А.А. принимал участие как независимый эксперт в заседаниях конкурсной комиссии по проведению конкурса на замещение вакантной должности главного специалиста отдела технического надзора республиканской дирекции капитального строительства.