

**Заключение диссертационного совета Д 01.006.02**  
**на базе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия**  
**строительства и архитектуры»**  
**по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета Д 01.006.02 от 22.12.2017 № 40

**О ПРИСУЖДЕНИИ**

**Оржеховскому Анатолию Николаевичу**  
**ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Особенности напряженно-деформированного состояния и надежность проектируемых и эксплуатируемых рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов» по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения» принята к защите «17» октября 2017 г. диссертационным советом Д 01.006.02 (протокол № 30) на базе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2 (приказ о создании диссертационного совета № 634 от 01.10.2015 г.).

Соискатель, Оржеховский Анатолий Николаевич, 1987 года рождения, в 2012 году окончил Донбасскую национальную академию строительства и архитектуры по специальности «Промышленное и гражданское строительство». В 2015 году окончил аспирантуру при ДонНАСА по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения». Работает ассистентом кафедры теоретической и прикладной механики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Диссертация выполнена на кафедре теоретической и прикладной механики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор **Мущанов Владимир Филиппович**, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (г. Макеевка), заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики.

**Официальные оппоненты:**

1. **Зверев Виталий Валентинович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», заведующий кафедрой металлических конструкций;

2. **Самойленко Михаил Евгеньевич**, кандидат технических наук, ООО «Донбасский ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ», город Ростов-на-Дону, главный архитектор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, в своем положительном заключении, подписанным исполняющим обязанности ректора, д.т.н., профессором Фалалеевым Андреем Павловичем, указала, что диссертация выполнена на актуальную тему и представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для строительной науки и практики в области обеспечения требуемого уровня надежности строительных конструкций на этапах проектирования и эксплуатации. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области научно-практических исследований методов обеспечения надежности промышленных, гражданских зданий и сооружений, а также в мониторинге технического состояния эксплуатируемых конструкций.

Соискатель имеет 5 опубликованных научных работ в рецензируемых научных изданиях: три статьи – в изданиях, входящих в перечень специализированных научных журналов, утвержденных МОН Украины; одна статья – в рецензируемом научном издании, включенном в перечень ВАК МОН Донецкой Народной Республики; одна публикация – в издании, входящем в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук в Российской Федерации:

1. Мушанов, В.Ф. Определение траектории разрушения конструкций над трибунами стадионов на примере стадиона «Металлург» в городе Донецк [Текст] / В.Ф. Мушанов, А.Н. Оржеховский // Вісник ДонНАБА. – Макіївка: ДонНАБА, 2012. – Вип. 2012-3(95). – С. 40-43 *(Разработан алгоритм определения порядка выхода элементов конструкции из работы системы)*.

2. Mushchanov, V. Accounting for the probabilistic nature of geometric imperfections form spatial coatings on the stands braced-cantilever type [Текст] / V. Mushchanov, A. Annenkov, A. Orzhekovskiy // Металлические конструкции. – 2014. – Том 20, №3. – С. 169-178 *(Разработана методика анализа и учета геометрических несовершенств стержневых конструкций покрытий, полученных на монтаже при определении характеристик надежности системы)*.

3. Мушанов, В.Ф. Экспериментальное исследование прочностных и геометрических характеристик гнуто-сварных труб прямоугольного сечения украинских производителей [Текст] / В.Ф. Мушанов, А.Н. Оржеховский // Вісник ДонНАБА. – Макіївка: ДонНАБА, 2013. – Вип. 2013-3(101). – С. 9-12 *(Получены экспериментальные данные отклонений прочностных свойств и геометрических характеристик плоских сечений гнутых сварных труб прямоугольной и квадратной формы украинских производителей)*.

4. Мушанов, В.Ф. Численное определение вероятности отказа изгибаемого стального стержня [Электронный ресурс] / В.Ф. Мушанов, И.М. Гаранжа, А.Н. Оржеховский // Металлические конструкции. – 2017. – Том 23, № 1. – С. 15-23. – Режим доступа: [http://donnasa.ru/publish\\_house/journals/mk/2017-1/02\\_mushchanov\\_garanzha\\_orzhekovskiy.pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2017-1/02_mushchanov_garanzha_orzhekovskiy.pdf) *(Определен наиболее приемлемый способ вычисления показателей надежности стержневых конструкций)*.

5. Роменский, Д.И. Подбор сечения элементов стальных рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов с учетом требований надежности [Текст] / Д.И. Роменский, А.Н. Оржеховский // Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». – 2017. – №8. – С. 35-46 (*Предложена методика проектирования стальных стационарных конструкций покрытий над трибунами стадионов с учетом требуемого уровня надежности*).

На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов, в которых отмечаются актуальность, новизна и достоверность полученных результатов, их значение для науки и практики. Все отзывы положительные в них содержатся следующие замечания:

1. **Морозов Валерий Иванович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет»; **Попов Владимир Мирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет». Отзыв положительный, без замечаний.

2. **Еремеев Павел Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Лаборатории металлических конструкции АО НИИ «Строительство» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Отзыв положительный, без замечаний.

3. **Белый Григорий Иванович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». Отзыв положительный, с замечаниями:

– Из автореферата не ясно, какие положения предлагаемой автором методики проектирования стальных стационарных конструкций над трибунами стадионов с учетом требований надежности использованы при обосновании проектных решений конструкций покрытия стадиона спортивного клуба «Олимпик» в городе Донецке?

– Чем руководствовался автор при выборе конструктивной формы для проведения исследований и граничных параметров системы в ходе планирования эксперимента?

4. **Колесов Александр Иванович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Нижегородский архитектурно-строительный университет»; **Касимов Вадим Равильевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Нижегородский архитектурно-строительный университет»; **Сивоконь Юлия Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Нижегородский архитектурно-строительный университет». Отзыв положительный, с замечаниями:

– В общей характеристике работы (раздел Методология и методы исследования) упомянут метод физического моделирования с применением теории подобия, однако далее в тексте автореферата нет упоминаний о том какая конструкция (часть конструкций) была смоделирована, в каком масштабе и какие параметры сравнивались.

– Из автореферата не ясно, какое влияние на надежность рамно-консольного покрытия оказывает статическое и динамическое действие ветровой нагрузки.

– В представленной методике по определению характеристики безопасности не ясно как учитывается количество возможных схем лавинообразного разрушения конструкций.

5. **Пшеничкина Валерия Александровна**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции, основания и надежности сооружений» ФГБОУ ПО «Волгоградский государственный технический университет»; **Голиков Александр Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции, основания и надежности сооружений» ФГБОУ ПО «Волгоградский государственный технический университет». Отзыв положительный, с замечаниями:

– В автореферате приведена методика расчета рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов, в частности, разработан коэффициент условий работы, однако отсутствуют указанные в задачах и в выводах разработанные автором методы проектирования, которые, как правило, представляются в виде указаний по созданию конструктивной формы; также не приведены результаты влияния на НДС покрытий просадок основания.

– В автореферате не раскрыто понятие «вероятностная схема метода конечных элементов», которая приведена в первой задаче исследования.

– Из автореферата не ясно, каким образом при численном моделировании восьми вариантов покрытия набирается объём выборки  $10^4$ - $10^8$ .

**6. Ватин Николай Иванович**, доктор технических наук, профессор, директор Инженерно-строительного института, заведующий кафедрой «Строительство уникальных зданий и сооружений» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Отзыв положительный, с замечаниями:

– Определение предмета исследования на стр. 3 автореферата следовало бы расширить и на напряженно-деформированное состояние (НДС) рассматриваемых конструкций, что соответствует содержанию и теме диссертации.

– Неудачным представляется изложение научной новизны результатов диссертации (стр. 3 автореферата). Так, первый и третий пункты в большей мере отвечают критериям практической значимости, так как главными утверждениями этих пунктов являются «... предложен алгоритм расчета...» и «... уточнен алгоритм вычисления...». В то же время, в этом же разделе автореферата отсутствует упоминание о новых важных для оценки надежности конструкций результатах работы, полученных автором; в части анализа и обобщения статистических данных отклонений действительных геометрических параметров сечений труб, выпускаемых рядом производителей металлопроката.

**7. Гольцев Аркадий Сергеевич**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладной механики и компьютерных технологий» ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Отзыв положительный, без замечаний.

**8. Карповский Михаил Григорьевич**, кандидат технических наук, заведующий научно-исследовательским отделом №7 ООО «Донецкий ПромстройНИИпроект». Отзыв положительный, с замечаниями:

– Применение нормального закона распределения Гаусса для системы рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов, желательно обосновать.

– Вызывает сомнения принцип учета осадки грунтов основания в общей методике оценки и обеспечения требуемого уровня надежности конструкции рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов.

– В диссертационной работе желательно было применить методику оценки надежности к результатам испытаний элементов трибун стадиона «Донбасс-Арена», проведенных Донецким ПромстройНИИпроектом в 2007 г.

**9. Лабинский Константин Николаевич**, доктор технических наук, проректор по научной и педагогической работе ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» в ДНР, г. Донецк. Отзыв положительный, с замечаниями:

– Из текста автореферата не понятно, какими принимаются узлы сопряжения стержневых элементов конструкции, а именно жёсткие или шарнирные.

– Из текста автореферата неясно, чем аргументировался выбор метода Монте-Карло для определения вероятности отказа.

– Из текста автореферата неясно, как исключается возникновение возможных крутящих нагрузок при отсутствии диагональных стяжек между консольными рамами.

**10. Купенко Иван Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство зданий и подземных сооружений» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет». Отзыв положительный, без замечаний.

**11. Татьянченко Александр Григорьевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Соппротивление материалов» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет». Отзыв положительный, с замечаниями:

– Из текста автореферата не совсем понятен механизм исключения ранее разрушенных элементов на последующих этапах поэтапного численного расчета. Также не ясно, моделировалось ли разрушение элементов или они исключались из работы по другим параметрам напряженного состояния.

– Из текста автореферата не ясно, какой смысл автор вкладывает в понятие «конструктивно нелинейная постановка», и чем конструктивная нелинейность отличается от геометрической нелинейности.

12. **Чернов Юрий Тихонович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительная и теоретическая механика» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». Отзыв положительный, с замечаниями:

- Некоторые сомнения вызывает термин «дальность отказа».
- Каким образом по результатам статического расчета выбирается группа разрушаемых элементов? Возможно, это зависит от выбора первого элемента?
- Как связана вероятность отказа одного элемента с состоянием всего рассчитываемого блока?
- На рис. 4 следовало бы расшифровать обозначение в формуле для характеристики безопасности В.
- Поскольку сложно оценивать влияние осадок на прочность конструкций, следовало бы при проектировании указывать на необходимость тщательной подготовки основания.

13. **Ильдияров Евгений Викторович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлические и деревянные конструкции» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»; **Шувалов Михаил Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», директор архитектурно-строительной академии ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». Отзыв положительный, с замечаниями:

- Варьируемыми параметрами внешней нагрузки, судя по тексту, являются только снеговая нагрузка. На основании расчетов уточняется коэффициент условий работы. Однако рассмотрение в расчетах ветрового воздействия и пульсации приведет к другой группе разрушаемых элементов. Корректно ли рекомендовать уточненный коэффициент условий работы без всестороннего анализа внешних воздействий?
- Автором отмечено отсутствие площадки текучести н испытываемых образцах изготовленных из обыкновенной углеродистой стали, при том рассмотрены только профили квадратного и прямоугольного сечения толщиной 3 мм. Учитывался ли используемый прокат при расчете коэффициента условий работы?



– По тексту отмечено, что «достаточное удаление значений вылета и шага конструкций от критических значений возможно даже уменьшение металлоёмкости» был ли проведен анализ в диссертации, если «да», то на сколько уменьшается металлоёмкость?

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– разработана методика проектирования стационарных рамно-консольных стальных шарнирно-стержневых конструкций покрытий над трибунами стадионов, базирующаяся на определении численных показателей надежности конструкции;

– разработана методика определения последовательности разрушения конструкции (выхода из строя ее основных конструктивных элементов) с применением метода конечных элементов, на основании которой определяется группа наиболее ответственных элементов, надежность которых определяет надежность системы в целом;

– с использованием метода конечных элементов в вероятностной постановке разработана методика вычисления верхней и нижней границ надежности конструкции, а также максимального и минимального значения характеристики безопасности  $\beta$  (дальности отказа) наиболее ответственной группы элементов конструкции, которые характеризуют надежность системы в целом: а) из действующих на систему варьируемых случайных величин наибольшее одиночное влияние на систему оказывают геометрические несовершенства конструкции, полученные на стадии монтажа и просадки основания, характеристики безопасности для наиболее опасного из рассмотренных вариантов составили:  $\beta=4,79$ ,  $P_f=0,321 \cdot 10^{-5}$ ; второе влияние по степени значимости оказывает снеговая нагрузка:  $\beta=4,81$ ,  $P_f=0,443 \cdot 10^{-5}$ ; наименьшее влияние на надежность системы оказывают дефекты геометрии сечений фасонного металлопроката:  $\beta=5,99$ ,  $P_f=0,419 \cdot 10^{-7}$ ; б) при совместном учете воздействия вышеперечисленных случайных величин вероятность

отказа стала значительно больше, чем при отдельном учете. Для большинства рассмотренных схем характеристики безопасности не отвечали минимально допустимым значениям (при полном обеспечении требований 1-го и 2-го предельных состояний), что приводит к выводу о необходимости корректировки методики проектирования исследуемых систем. Пределы колебания характеристик надежности при учете всех рассматриваемых факторов для рассматриваемых схем составили:  $\beta=3,08\dots5,01$ ;  $P_f=0,399\cdot10^{-4}\dots0,986\cdot10^{-6}$ ;

– разработана методика подбора поперечного сечения элементов шарнирно-стержневых систем с учетом требований надежности, которые обеспечиваются корректным значением коэффициента условий работы  $\gamma_c$ , изменяющегося в пределах  $0,792\dots1,0$ , с применением метода конечных элементов в вероятностной постановке. При этом, большие значения коэффициента соответствуют системам с минимальными значениями шага и вылета основных несущих конструкций ( $B=4$  м,  $L=4$  м), меньшие – максимальным значениям ( $B=12$  м,  $L=22$  м), что обеспечивает требуемый уровень надежности системы при выполнении расчетов в детерминированной постановке при использовании метода предельных состояний;

– разработана методика оценки запаса живучести рамно-консольных конструкций покрытий над трибунами стадионов, позволяющая оценивать возможность развития лавинообразного разрушения системы, базирующейся на изменении индекса дальности отказа  $\Delta\beta$ . При этом, изменение  $\Delta\beta<2$  при сравнении уровней надежности одного (наиболее напряженного) элемента и группы 8...10 (наиболее напряженных) элементов свидетельствует о наступлении в исследуемых рамно-консольных конструкциях состояния, предшествующего лавинообразному разрушению.

**Теоретическое значение исследования** обосновано тем, что:

– на основе разработанного алгоритма получено выражение для вычисления корректного значения коэффициента условий работы конструкции  $\gamma_c$  для наиболее ответственных элементов, обеспечивающее требуемый уровень надежности при использовании метода предельных состояний;

- для исследуемой конструкции предложена методика определения верхней и нижней границ надежности;

- предложен алгоритм определения обобщенной характеристики резерва прочности, на основании которой выполняется оценка склонности системы к лавинообразному обрушению;

- на основе анализа возможных схем разрушения и учета влияния изменчивости случайных факторов для наиболее ответственных элементов рассматриваемой конструкции уточнен алгоритм вычисления коэффициента условий работы  $\gamma_c$ .

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

- разработана общая методика расчета и проектирования стальной шарнирно-стержневой рамно-консольной конструкции покрытия над трибунами стадиона с конечным определением показателей надежности проектируемой или эксплуатируемой конструкции;

- получены исправленные значения коэффициента условий работы конструкции для рамно-консольных стальных стационарных стержневых покрытий над трибунами стадионов;

- результаты исследования были использованы при проектировании рамно-консольных конструкций покрытия над трибунами главного поля СК «Олимпик», что подтверждается справкой о внедрении результатов диссертационного исследования в производственный процесс;

- результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» в дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций», а также при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» (профиль «Промышленное и гражданское строительство») в дисциплине «Основные положения расчета конструкций по предельным состояниям».

**Оценка достоверности результатов исследования** обеспечивается:

- проведением экспериментальных исследований на современном оборудовании с достаточной воспроизводимостью результатов;
- применением стандартных методик, обеспечивающих достаточную точность полученных результатов;
- статистической обработкой полученных данных с заданной доверительной вероятностью и необходимым количеством повторных испытаний;
- сопоставлением результатов с аналогичными результатами, полученными другими авторами;
- положительными результатами внедрения предложенных методик определения вероятности отказа и проектирования рамно-консольных стержневых стальных стационарных конструкций покрытий над трибунами стадионов в производственный процесс.

**Личный вклад соискателя.** Наиболее существенные научные результаты, полученные автором лично, состоят из анализа, обобщения, систематизации и статистической обработки результатов численных и экспериментальных исследований, а также заключаются в следующем:

- сбор, анализ, обобщение теоретических и экспериментальных данных по расчету конструкций стационарных рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов;
- подготовка и проведение исследований прочностных и геометрических характеристик фасонного металлопроката в виде гнутых замкнутых сварных прямоугольных труб;
- разработка методики оценки надежности рамно-консольных стационарных покрытий над трибунами стадионов, в том числе на предмет возможности возникновения лавинообразного разрушения системы;
- разработка методики подбора сечений стержневых элементов рамно-консольных стационарных покрытий над трибунами стадионов с учетом требований надежности.

На основании изложенного представленная диссертационная работа Оржеховского Анатолия Николаевича «Особенности напряженно-деформированного состояния и надежность проектируемых и эксплуатируемых рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные исследования и разработки; по своей актуальности, научной новизне, теоретическому и практическому работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на присуждение ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

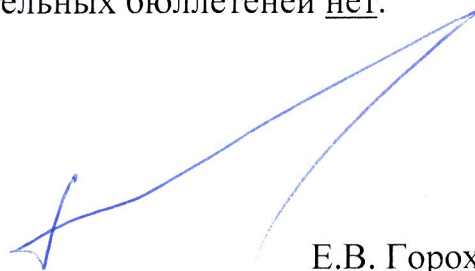
На заседании от «22» декабря 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Оржеховскому Анатолию Николаевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета Д 01.006.02

д.т.н., профессор



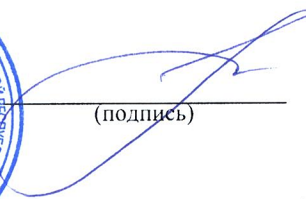
Е.В. Горохов

(подпись)

Учёный секретарь

диссертационного совета Д 01.006.02

к.т.н., доцент



Я.В. Назим

(подпись)