

# УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ В ПРИОРИТЕТАХ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ Е.В. ГОРОХОВА

**В.Ф. Муцанов, доктор техн. наук, профессор**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные этапы становления научных исследований в части обеспечения надежности и долговечности несущих металлоконструкций уникальных зданий и сооружений, реализованных в рамках научной школы д.т.н., проф. Е.В. Горохова. Представлены основные работы, а также полученные научные результаты для пространственных металлических конструкций большепролетных покрытий, уникальных систем обеспечения тропосферной связи, конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

*Ключевые слова:* большепролетные покрытия, антенные сооружения, вертикальные цилиндрические резервуары, надежность, долговечность.

## ВВЕДЕНИЕ



*Муцанов  
Владимир Филиппович*

Проблемой оценки технического состояния конструкций, повышения надежности и долговечности, разработки рекомендаций по эксплуатации уникальных зданий и сооружений, зачастую не имевших аналогов в мировой практике проектирования, научный коллектив под руководством Е.В. Горохова начал заниматься с середины 80-х годов прошлого столетия. На фундаменте исследований, выполненных в свое время проф. Я.М. Лихтарниковым и его учениками, сформировались, получили развитие и всесоюзное признание конструкторские школы академии, и в первую очередь, школы Е.В. Горохова – диагностики и обеспечения эксплуатационной надежности строительных металлоконструкций.

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Первым шагом в этом направлении стали работы, связанные с вопросами эксплуатации конструкций павильонов Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ СССР), выполненные в рамках хозяйственных НИР, в частности № 86-5 «Разработать и внедрить мероприятия по повышению надежности и долговечности существующих конструкций павильона МОВ №3 ВДНХ СССР при его реконструкции».

Данный объект первоначально был запроектирован и сооружен для демонстрации советской экспозиции на Всемирной выставке ЭКСПО-67 в г. Монреале (Канада), а затем демонтирован и перевезен в СССР, где был вновь смонтирован на территории ВДНХ СССР, и эксплуатировался с 1977 г.

За период эксплуатации, предшествующей моменту начала работ по обследованию, встал ряд вопросов, связанных с низкими динамическими характеристиками междуэтажных перекрытий, недостаточными тепло-техническими характеристиками ограждающих конструкций, неудовлетворительными эксплуатационными свойствами покрытия полов перекрытий и состоянием несущих конструкций павильона.

В связи с этим в рамках этой интересной работы были разработаны методика исследования динамических характеристик междуэтажных перекрытий павильона, способы и проектные решения по их повышению, проведены исследования по уточнению аэродинамических характеристик объекта

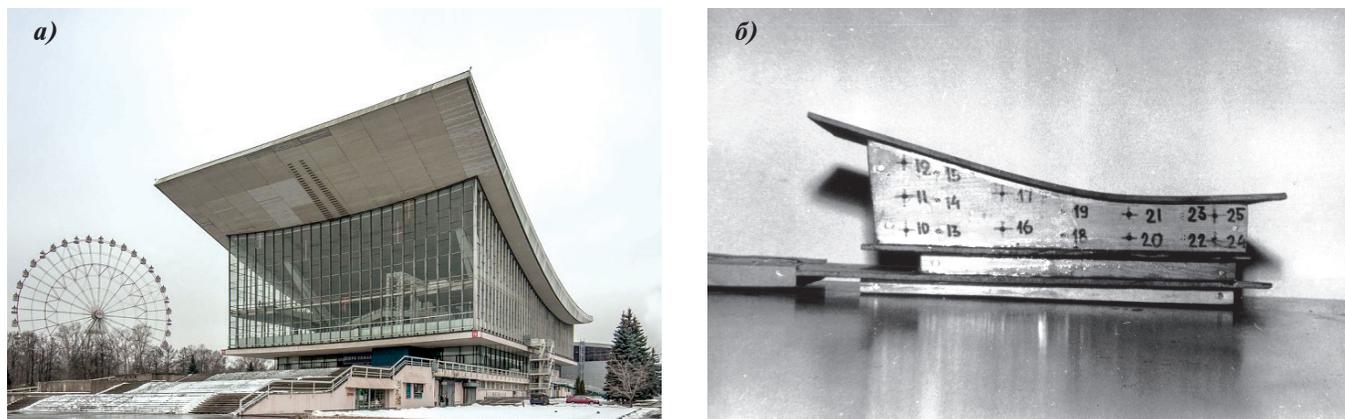


Рис. 1. Павильон МОВ № 3 ВДНХ СССР: а — общий вид объекта; б — модель объекта для исследований в аэродинамической трубе ЦНИИЭПсельстроя



Рис. 2. Большепролетные пространственные покрытия сооружений Олимпиады-80 в Москве: а — футбольно-легкоатлетический комплекс ЦСКА; б — универсальный спортивный зал «Измайлово»; в — Крытый стадион спорткомплекса «Олимпийский»; г — плавательный бассейн спорткомплекса «Олимпийский»

в аэродинамической трубе ЦНИИЭП сельстроя, а также разработана актуальная на тот момент методика перерасчета перекрестных ферм на ЭВМ с учетом их действительного состояния и даны рекомендации по устранению дефектов (рис. 1).

Одним из свидетельств высокого потенциала ученых тогдашнего МИСИ и его всесоюзного признания стали работы по технической диагностике и разработке комплекса мероприятий по обеспечению

надежной эксплуатации уникальных, сложнейших в инженерном плане объектов — мембранных покрытий сооружений, построенных к проведению Олимпиады-80 в Москве: крытого стадиона и бассейна спорткомплекса «Олимпийский», футбольно-легкоатлетического комплекса и спортзалов ЦСКА и «Измайлово» (рис. 2).

Работы выполнялись в рамках хозяйственных НИР:

— № 86-4: «Разработать методы оценки эксплуатационной надежности большепролетных

сооружений ЦСКА на основе технической диагностики коррозионного износа» (в рамках данной работы исследования в 1988 г. были продолжены на УСЗ «Измайлово»);

– № 88-1: «Оценка технического состояния и разработка мероприятий по обеспечению нормальной эксплуатации мембранного покрытия крытого стадиона спорткомплекса «Олимпийский»;

– № 89-51: «Оценка технического состояния и разработка мероприятий по обеспечению дальнейшей эксплуатации металлоконструкций покрытия плавательного бассейна спорткомплекса «Олимпийский».

Основным практическим итогом работ стало внедрение «Рекомендаций по технической эксплуатации строительных металлоконструкций большепролетных сооружений спортивных комплексов Олимпиады-80» для инженерно-технических работников службы эксплуатации, направленных на своевременное выявление, предупреждение развития и устранение дефектов и повреждений.

Накопленный опыт позволил воплотить результаты исследований на уникальных объектах Донбасса и Украины в период 1990...2013 гг. Методологической

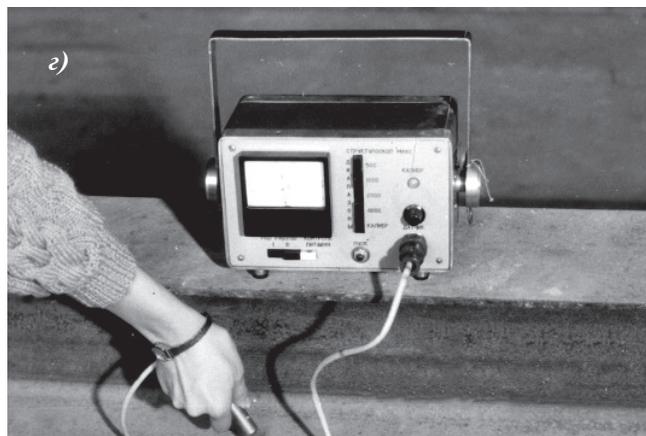


Рис. 3. К обследованию объектов Олимпиады-80: а – уточнение снеговых нагрузок на покрытия, б – комплексная оценка взаимодействия кровли и поверхности мембраны; в – уточнение прочностных характеристик материала несущих конструкций; г – оценка уровня напряжений неразрушающим методом

Следует отметить в проводимых работах как огромный объем уникального экспериментального материала, полученного в том числе с использованием неразрушающих методов контроля (рис. 3), так и тесное взаимодействие с ведущими научно-исследовательскими и проектными институтами страны (Московским научно-исследовательским институтом типового и экспериментального проектирования МНИИТЭП, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова и др.), которое осуществлялось при выполнении указанных работ.

основой для этих работ явились исследования, проведенные в 80-х гг. для большепролетных мембранных покрытий сооружений Олимпиады-80 в Москве.

К таким работам следует отнести (рис. 4.):

– № 103-02 ПК «Проведение комплекса работ по проектированию, оценке технического состояния и разработке рекомендаций по дальнейшей эксплуатации инженерных объектов стадиона «Локомотив» (на основе проведенных динамических испытаний разработаны рекомендации по дальнейшей безаварийной эксплуатации осветительных башен стадиона, а также, разработан проект устройства стационарного покрытия над VIP-зоной);

- НИР 104-01 ПК «Натурное освидетельствование, оценка технического состояния и разработка проекта усиления несущих конструкций юго-восточных секторов Центрального стадиона «Шахтер», г. Донецк;
- НИР 104-01 ПК (доп. соглашение) «Технико-экономическое обоснование инвестиций по проведению

- б) для стадиона «Арена-Львов»:
  - проведены дополнительные исследования по уточнению аэродинамических характеристик покрытия, на основе которого уточнена несущая способность опорных узлов конструкции покрытия (рис. 6 а);
  - разработаны предложения по устройству системы мониторинга конструкций покрытия (рис. 6 б).



Рис. 4. Объекты ФК «Шахтер»: а – стадион «Локомотив» (нынешний РСК «Олимпийский»); б – Центральный стадион «Шахтер»

I этапа реконструкции (усиление несущих конструкций) Центрального стадиона «Шахтер» в г. Донецке».

Для различных объектов, возводимых в рамках подготовки к ЕВРО-2012, научная школа Е.В. Горохова также внесла свой вклад на различных этапах их создания:

- а) для стадиона «Донбасс-Арена»:
  - разработка конструкций крепления инфракрасных тепловых горелок к несущим конструкциям покрытия стадиона (рис. 5 а);

По результатам выполненных в этом направлении исследований:

- защищены докторская и 10 кандидатских диссертаций [1 - 11];
- опубликованы три научные монографии [12-14], ряд статей в ведущих научных журналах, сборниках научных работ, материалы докладов на международных научных и научно-практических конференциях;
- опубликованы четыре учебных пособия с грифами Российской Федерации и Украины [15 - 18].

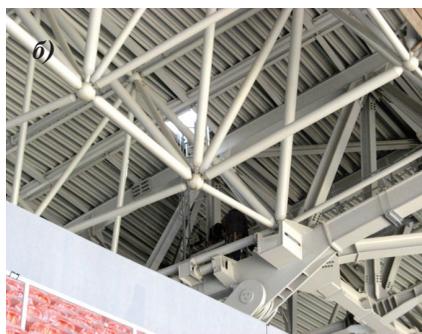
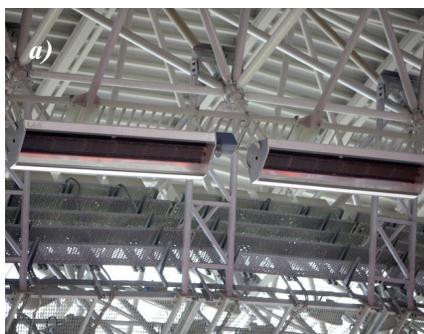


Рис. 5. Прикладные исследования и проектные разработки для стадиона «Донбасс-Арена»: а – конструкции крепления инфракрасных тепловых горелок к покрытию стадиона, б – теоретические и технологические основы технической диагностики и системы мониторинга, в – система мониторинга технического состояния металлоконструкций покрытия

– госбюджетная НИР № Д-2-1-00: создание теоретических и технологических основ технической диагностики и прогнозирования технического состояния строительных металлических конструкций» (рис. 5 б);

– НИР № 111-01 ПК-МК.ОП/2011: результаты мониторинга несущих металлических конструкций покрытия» (рис. 5 в) Данная работа выполнялась в тесной кооперации с ДП «Донецкий ПромстройНИИпроект».

Материалы исследований вошли в шесть нормативных документов государственного уровня [19 - 24].

Говоря о проектах уникальных большепролетных конструкций зданий и сооружений, которые были реализованы под руководством Е.В. Горохова, несомненно, следует упомянуть объекты, ставшие визитной карточкой как Донбасской национальной

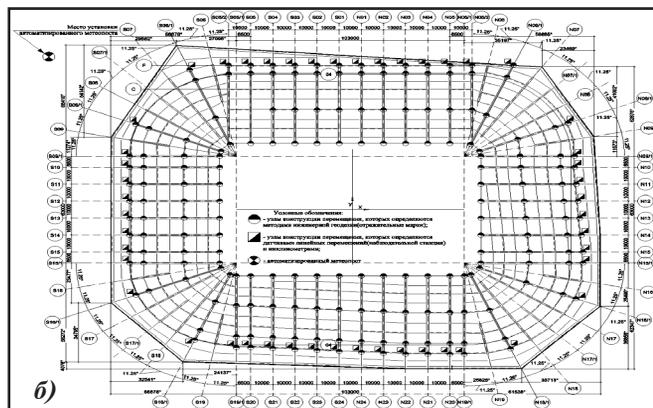


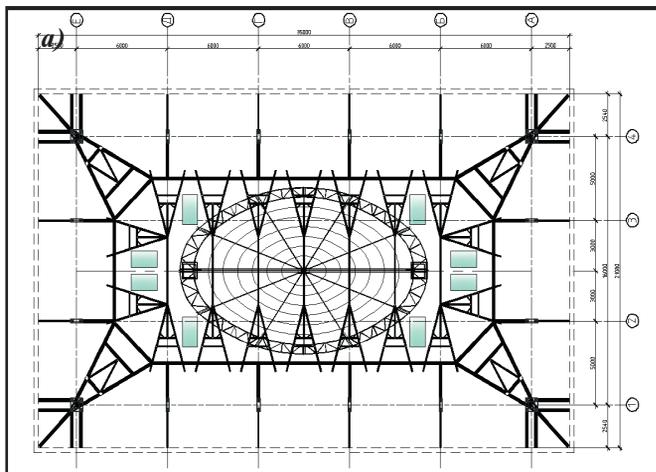
Рис. 6. К работам по стадиону «Арена-Львов»: а – общий вид стадиона, б – проект автоматизированной системы мониторинга технического состояния конструкций покрытия

академии строительства и архитектуры, так и г. Макеевки: «Зимний сад» ДОННАСА, переход в районе автобусной остановки «Студенческая».

Рассматривая конструктивное решение купола «Зимнего сада» ГОУ ВПО ДОННАСА, являющегося лишь одним из элементов индивидуального проекта перекрытия внутреннего пространства, образованного системой ранее построенных объектов «1-й учебный корпус – блок наклонных аудиторий –

переход», следует отметить следующие особенности, обуславливающие его уникальность (рис. 7):

— использование типовых элементов системы сухого строительства фирмы «КНАУФ» (Германия). Уникальность решения заключалась в том, что такие элементы ранее использовались лишь при формировании куполов диаметром до трех метров. В данном случае конструкторами решена задача по их использованию для конструкции на овальном плане с размерами осей 14,35 x 8,66 м;



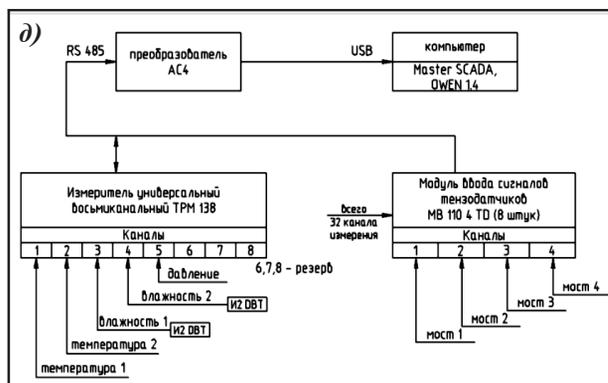


Рис. 7. «Зимний сад» ДОННАСА: а — принципиальное конструктивное решение, б — общий вид купола в период монтажа, в — монтаж элементов внутреннего купола, г — обсуждение конструктивных и технологических решений с Н. Кнауфом — руководителем фирмы «КНАУФ», д — принципиальная схема системы мониторинга, е — общий вид купола по завершению росписи поверхности

— разделение функций несущих и ограждающих конструкций купола, когда основные несущие функции по восприятию нагрузок от собственного веса сооружения, атмосферных и технологических нагрузок воспринимала внешняя система, выполненная в виде перекрестных ферм с криволинейным очертанием поясов, а ограждающие функции выполнила внутренняя оболочка купола, сформированная из типовых элементов системы «КНАУФ»;

— объединение двух подсистем в единую конструкцию посредством пластинчатых шарниров, уникальная конструкция которых позволила обеспечить свободу деформирования большепролетной системы купола при несимметричных деформациях, возникающих вследствие осадок сооружения, действию несимметричных нагрузок, других воздействий;

— устройство при возведении объекта системы мониторинга технического состояния конструкции купола, позволяющей накапливать информацию о действующих нагрузках и воздействиях, параметрах напряженно-деформированного состояния элементов системы, обработка которой в дальнейшем станет научной основой для совершенствования принятых конструктивных решений.

Особо следует отметить, что все работы по формированию ограждающих конструкций купола выполнены силами студентов, получающих рабочие специальности по технологиям сухого строительства в учебно-научно-производственном центре «КНАУФ-ДОННАСА» под руководством учебных мастеров центра — преподавателей академии.

Аналогичный принцип концентрации усилий всех ведущих специалистов академии на решении нестандартных задач был использован Е.В. Гороховым при создании еще одного объекта — пешеходного перехода уникальной конструкции, расположенного в районе автобусной остановки «Студенческая» (рис. 8).

Еще одними из интереснейших работ стали исследования по оценке технического состояния, разработке рекомендаций по усилению и дальнейшей эксплуатации антенн для тропосферной связи системы «Горизонт», которые проводились сотрудниками МакИСИ на станциях в Воркуте, Салехарде, Волочанке, Тикси, мысе Святой Нос, Анадыре, Магадане (рис. 9).

Металлические решетчатые конструкции параболических антенн системы «Горизонт», работающих



Рис. 8. Пешеходный переход через Донецкое шоссе в районе остановки «Студенческая»

а) **2-й этап: 80-е...90-е гг. - развитие и всесоюзное признание**



Рис. 9. Техническая диагностика и реконструкция антенн для тропосферной связи системы «Горизонт»: а — карта работ по обследованию сотрудниками МакИСИ антенн тропосферной связи системы «Горизонт», б — станция «Чайка» (г. Салехард), в — коллектив научных сотрудников кафедры «Металлические конструкции» на обследовании конструкций антенн тропосферной связи в г. Воркуте

в сантиметровом и дециметровом диапазоне радиочастот, которые эксплуатировались с 60-х годов прошлого века и расположены в наиболее суровых климатических условиях огромной страны, в труднодоступных районах, где отсутствуют транспортные магистрали, к моменту обследования (конец 80-х) уже исчерпали проектный срок эксплуатации и получили большое количество повреждений. Коллективом были выполнены уникальные работы в рамках целого ряда хозяйственных НИР:

— № 88-3 «Провести исследования и разработать методику обследования конструкций АС «Горизонт»;

— № 88-4 «Провести исследования технического состояния несущих конструкций АС «Горизонт» в г. Воркуте и разработать рекомендации по обеспечению их нормальной эксплуатации»;

— № 89-31 «Провести исследования технического состояния конструкций АС «Горизонт» в г. Магадане и разработать рекомендации по обеспечению их нормальной эксплуатации»;

— № 89-36 «Оценка технического состояния конструкций радиорелейной мачты проекта 34100 в г. Кайеркане, эксплуатирующихся в агрессивных средах, и разработка рекомендаций по защите от коррозии конструкций антенны ТР-410 в п. Диксон»;

– № 90-5 «Оценка технического состояния и разработка рекомендаций по нормализации металлоконструкций АС «Горизонт» в п. Тикси»;

– № 90-11 «Оценка технического состояния и разработка рекомендаций по нормализации металлоконструкций АС «Горизонт» в п. Волочанка».

По результатам проведенных исследований под руководством Е.В. Горохова защищена кандидатская диссертация [25].

Еще одним направлением, о котором нельзя не упомянуть, говоря о конструкциях уникальных зданий и сооружений, являются работы по оценке технического состояния и разработке рекомендаций по усилению и эксплуатации конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Эти работы начаты в 90-х годах по инициативе Е.В. Горохова. Был проведен ряд серьезных исследований на конструкциях вертикальных цилиндрических резервуаров Славянской, Углегорской, Запорожской ГРЭС, ЗАО «Донецкстройтрансснаб», ПАО «Укртатнафта» и других организаций.

По результатам исследований защищены три кандидатские диссертации [26-28], опубликован ряд статей в ведущих научных изданиях.

## ВЫВОДЫ

На основе проведенного обзора и критического анализа результатов научных исследований по обеспечению надежности и долговечности металлоконструкций уникальных зданий и сооружений, выполненных в рамках научной школы Е.В. Горохова, можно сформулировать следующие основные выводы:

а) для конструкций большепролетных покрытий:

– разработаны новые методики расчета и проектирования, обеспечивающие необходимый уровень надежности при проектировании конструкций повышенной ответственности (в том числе для уникальных покрытий большепролетных сооружений);

– предложены и реализованы подходы к нормированию значений коэффициента условий работы для элементов конструкций большепролетных сооружений;

– разработан универсальный вероятностный метод расчета тонколистовых металлических конструкций, позволяющий оценить уровень надежности элементов, составляющих конструкцию;

– в рамках метода конечных элементов предложены подходы к учету вероятностного характера факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние конструкции, на стадии формирования матриц жесткости конечных элементов;

– разработана методика совместного учета геометрической и конструктивной нелинейности в расчетах пространственных конструкций большепролетных сооружений с учетом изменения расчетной схемы в процессе монтажа и эксплуатации;

– уточнены параметры действительного напряженно-деформированного состояния конструкций уникальных покрытий мембранного типа;

б) для уникальных сооружений связи:

– установлены теоретические зависимости влияния коррозионного износа, действующих нагрузок на изменение основных параметров напряженно-деформированного состояния металлических решетчатых конструкций антенных сооружений;

– выявлены особенности действительной работы конструкций антенных сооружений, обусловленные влиянием конструктивных и эксплуатационных факторов;

– разработана методика для выполнения поверочных расчетов несущей способности и прогнозирования долговечности конструкций антенных сооружений;

в) для конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов:

– на основе фундаментальных положений теории надежности установлены зависимости для определения резерва несущей способности зоны стыков резервуаров с угловым несовершенством;

– для узлов соединения стенки с днищем вертикальных цилиндрических резервуаров рекомендованы границы применения шарнирной и рамной расчетных схем в зависимости от податливости основания и конструктивного решения узла и обобщенные зависимости, позволяющие для резервуаров больших объемов определить компоненты напряженно-деформированного состояния с учетом значимых факторов;

– разработан универсальный геометрический и компьютерный алгоритм моделирования действительной поверхности стенки резервуара с учётом как общих, так и местных несовершенств геометрической формы, на основе которого выполнена оценка совместного влияния общих и местных несовершенств геометрической формы на напряженно-деформированное состояние стенки резервуара в линейной и нелинейной постановках;

– на основе комплексного подхода к численному моделированию и анализу влияния несовершенств геометрической формы на напряженно-деформированное состояние стального вертикального цилиндрического резервуара, находящегося в эксплуатации, разработана инженерная методика, охватывающая этапы:

- построения компьютерной модели объекта с учетом фактических геометрических несовершенств;
- численный расчёт на прочность и устойчивость;
- анализ полученных результатов исследований с прогнозированием развития дефектов в ходе дальнейшей эксплуатации.

**Список литературы:**

- Муцанов В.Ф. Действительная работа и надежность мембранных конструкций. — Дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук, Одесса, 1997 г.
- Гибаленко А.Н. Действительная работа и особенности конструирования мембранных покрытий с учетом условий эксплуатации. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Одесса, 1993 г.
- Галактионов А.В. Обеспечение технологичности и долговечности ограждающих конструкций покрытий промышленных зданий при реконструкции. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 1996 г.
- Гибаленко В.А. Работа жестких нитей сквозного сечения. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2000 г.
- Пожарская Г.А. Обоснование показателей надежности и гарантированной долговечности противокоррозионной защиты строительных металлоконструкций. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2001 г.
- Касимов В.Р. Прочность и деформативность большепролетной стержневой оболочки покрытия с большим вырезом на эллиптическом плане. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2004 г.
- Черных И.Ю. Стальные трубчатые конструкции перекрестно-стержневых систем с гарантированными показателями долговечности. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2005 г.
- Руднева И.Н. Особенности пространственной работы висячего покрытия, образованного системой жестких нитей. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2006 г.
- Сивоконь Ю.В. Мембранные оболочки покрытий над трибунами стадионов с большими вырезами на эллиптическом плане. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2007 г.
- Прядко Ю.Н. Надежность большепролетных стержневых покрытий с большим вырезом, образованных системой жестких нитей на эллиптическом плане. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2012 г.
- Оржеховский А.Н. Особенности напряженно-деформированного состояния и надежность проектируемых и эксплуатируемых рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2017 г.
- Горохов Е.В., Муцанов В.Ф., Югов А.М., Колесниченко С.В., Васылев В.Н. Алгоритмы расчета стальных конструкций. — М., Стройиздат, 1989. — 368 с.
- Горохов Е.В., Муцанов В.Ф., Кинаш Р.И., Шимановский А.В., Лебедич И.Н. Конструкции стационарных покрытий над трибунами стадионов / под ред. Е.В. Горохова и А.В. Шимановского. — Макеевка, РИО ДОННАСА, 2008. — 405 с.
- Горохов Е.В., Муцанов В.Ф., Васылев В.Н., Назим Я.В., Касимов В.Р., Мнацаканян К.Б., Пчельников С.Б., Денисов Е.В. Системы мониторинга технического состояния несущих металлических конструкций зданий и сооружений / под общей редакцией Е.В. Горохова и В.Ф. Муцанова. — Макеевка, ПЦ ДОННАСА, 2013. — 314 с.
- Горохов Е.В., Муцанов В.Ф., Васылев В.Н., Ягмур А.А. Обследование и испытание несущих конструкций зданий и сооружений / Киев, УМК ВО УССР, 1991.
- Горохов Е.В., Муцанов В.Ф., Веретенников В.И., Старченко А.Ю., Гавриш А.М., Пахомов И.А., Горохов А.Е. Подвесные потолки общественных зданий. Учебное пособие / Макеевка, РИС ОМС ДонГАСА, 2002. — 111 с.
- Горохов Е.В., Муцанов В.Ф., Назим Я.В., Роменский И.В. Расчет и проектирование пространственных металлических конструкций (рекомендовано к печати решением Президиума УМО вузов РФ по образованию в области строительства и Правления АСВ в качестве учебного пособия) / под общей редакцией Е.В. Горохова — Макеевка, ПЦ ДОННАСА, 2012. — 561 с.
- Горохов Е.В., Муцанов В.П., Назим Я.В., Роменский И.В. Розрахунок і проектування просторових металевих конструкцій / навч. посібник під загальною редакцією Є.В. Горохова — Макіївка, ДонНАБА, 2012. — 538 с.
- Рекомендации по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений ВДНХ СССР, Москва, 1986.
- Рекомендации по проектированию, возведению и эксплуатации покрытий мембранного типа. — Киев—Макеевка, УкрНИИПСК, ДГАСА, 1997. — 56 с.
- ДБН В.2.6-163:2010. Конструкции зданий и сооружений. Стальные конструкции. Нормы проектирования, изготовления и монтажа. — Киев, Минрегионстрой Украины, 2010. — 225 с.
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2014 (EN 1993-1-7:2007, IDT). ЕВРОКОД 3: Проектирование стальных конструкций. Часть 1-7: Пластинчатые конструкции при нагружении поперечной нагрузкой. — Киев, Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2015.
- Национальное приложение к ДСТУ, идентичного Еврокоду, в виде: Изменения №1 ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2012 ЕВРОКОД 3: Проектирование стальных конструкций. Часть 1-7: Пластинчатые конструкции при нагружении поперечной нагрузкой. — Киев, Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2015.
- ДБН В.2.6-198:2014 «Государственные строительные нормы Украины. Стальные конструкции. Нормы проектирования». — Киев, Минрегион Украины, 2014 г.
- Левченко Д.В. Обеспечение долговечности антенных сооружений. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 1997 г.
- Кулик А.А. Действительная работа монтажных стыков вертикальных цилиндрических резервуаров. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2003 г.
- Роменский Д.И. Краевые эффекты в безмоментных оболочках емкостных сооружений для хранения жидких и сыпучих материалов. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2012 г.
- Крысько А.А. Геометрическое и компьютерное моделирование эксплуатируемых конструкций тонкостенных оболочек инженерных сооружений с учётом несовершенств геометрической формы. — Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Макеевка, 2016 г.