

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ)

На правах рукописи

ДУШКЕВИЧ Константин Никитич

**РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ В. Г. ШУХОВА
В АРХИТЕКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ**

05.23.21 - Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции
архитектурной деятельности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры

Москва, 2019

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)» на кафедре «Архитектура общественных зданий»

Научный руководитель

кандидат архитектуры, доцент
Суслова Ольга Юрьевна

Официальные оппоненты:

Гельфонд Анна Лазаревна,
доктор архитектуры, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ), заведующая кафедрой «Архитектурное проектирование» (г. Нижний Новгород)

Касьянов Николай Владимирович,
кандидат архитектуры, Филиал ФГБУ "ЦНИИП Минстроя России" Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства, заведующий Лабораторией архитектурного формообразования, ведущий научный сотрудник (г. Москва)

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) (г. Москва)

Защита состоится «18» июня 2019 года в 15:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.124.02 при ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)» по адресу: 107031, г. Москва, ул. Рождественка, д. 11/4, корпус 1, строение 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)» и на сайте: www.marhi.ru

Автореферат разослан «16» мая 2019 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Клименко С.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Значительный вклад в разработку современных большепролетных металлических конструкций (сетчатые оболочки, висячие покрытия), внес Владимир Григорьевич Шухов - его открытия признаны на мировом уровне, а современные крупные архитекторы (Норманн Фостер¹, Массимилиано Фуксас², Сигеру Бан³, Фрэнк Гери⁴ и др.) используют в своем проектировании его архитектурно-инженерные решения. Однако, в отечественной архитектурной практике XX-XXI вв. широкого распространения и развития потенциал инженерных идей В.Г. Шухова не получил (за исключением висячих покрытий). Сегодня его инженерные концепции (которые он применял впервые в мире в конце XIX - начале XX вв.) становятся особенно актуальными благодаря своей высокой экономичности, надежности, архитектурной выразительности.

К настоящему времени опубликовано немало исследований, затрагивающих вопросы использования большепролетных конструкций из различных материалов – железобетон, клееная древесина, металл. Подобные труды в основном включают в себя описание всех видов большепролетных конструкций – балки, фермы, складки, своды, оболочки, с использованием различных материалов – железобетон, клееная древесина, металл. Естественно, в таких исследованиях рассматриваются вопросы формообразования, предлагаются авторские классификации по форме плана, по геометрической поверхности покрытия, по конструктивным схемам, по методам возведения, по структурным особенностям и т.д. Большинство трудов носит описательный характер, подробно рассматривая уже реализованные архитектурные объекты в первую очередь с конструктивной точки зрения, детально разбирая элементы несущей системы. Однако практически отсутствуют исследования,

¹ Foster and Partners Roof the Great Court [Электронный ресурс] // Architecture week: [сайт]. URL: http://www.architectureweek.com/2001/0214/design_1-2.html

² Air Max: Terminal 3 at Shenzhen Airport by Studio Fuksas Architetto [Электронный ресурс] // The Architectural review: [сайт]. [03.02.2014]. URL: <http://www.architectural-review.com/buildings/air-max-terminal-3-at-shenzhen-airport-by-studio-fuksas-architetto/8658141.article?blocktitle=Buildings&contentID=7715>

³ Centre Pompidou-Metz by Shigeru Ban Architects & Jean de Gastines Architectes, France [Электронный ресурс] // The Architectural Review: [сайт]. [24.03.2014]. URL: <http://www.architectural-review.com/buildings/centre-pompidou-metz-by-shigeru-ban-architects-and-jean-de-gastines-architectes-france/8600443.article?blocktitle=Buildings&contentID=7715>

⁴ Glass roof for DZ-bank [Электронный ресурс] // Schlaich Bergermann Partner sbp gmbh: [сайт]. URL: <http://www.sbp.de/en/project/glass-roof-for-dz-bank>

рассматривающие большепролетные конструкции в тесной связи с объемно-пространственным, функциональным устройством общественных зданий и сооружений. Более того, практически все исследования на русском языке, посвященные данной тематике, относятся к третьей четверти XX в.; таким образом, авторами не принимался во внимание богатый опыт архитектуры общественных зданий конца XX – начала XXI вв.

Современным же архитекторам, студентам архитектурных ВУЗов необходима актуальная аналитическая информация о последних конструктивных и объемно-пространственных приемах в большепролетном строительстве.

Степень изученности проблемы. Конструктивные решения В. Г. Шухова, несмотря на свою уникальность, все еще остаются малоизученными. Существует всего несколько исследований, посвященных его открытиям – монографии отечественной исследовательницы Е. М. Шуховой, труды С.В. Виноградовой; научные статьи О.Ю. Суловой, посвященные проблемам выявления, сохранения и дальнейшей судьбы памятников инженерного искусства В.Г. Шухова; исследования немецких ученых Р. Грефе и О. Перчи, статьи Элизабет Инглиш («Invention of Hyperboloid Structures»), Уильяма Брумфилда («The Origins of Modernism in Russian Architecture»); сборники фотографий построек В.Г. Шухова, как например, «Россия Владимира Шухова. Личный фотоархив. Начало XX столетия» Ричарда Пэра. Однако все они носят в основном описательный характер (дается развернутый перечень работ великого инженера) или представляют собой его творческую биографию с небольшой теоретической частью, описывающей его вклад в архитектуру и инженерию. Среди исследователей, занимающихся проблемами архитектурного наследия В.Г. Шухова, необходимо отметить работы Ю. П. Волчка, раскрывающие системные основы уникального творчества великого инженера. Актуальных научных исследований, раскрывающих потенциал, возможности использования большепролетных металлических конструкций в архитектуре недостаточно.

В профессиональной литературе советского периода существует достаточно большое количество трудов, которые посвящены оболочкам и архитектуре зданий с висячим покрытием. Среди них можно найти как работы, описывающие уже спроектированные или реализованные на тот момент покрытия и оболочки

(Морозов А. П. «Пространственные конструкции общественных зданий»; Васильев В. С. «Висячее седлообразное покрытие»; Анищенко А. М. «Архитектура сооружений с висячими покрытиями»; Мельников Н. П. «Развитие металлических конструкций»; Рюле Г. «Пространственные покрытия»; Морозов А. П. «Пространственные конструкции общественных зданий»; Трофимов, В. И. «Большепролетные пространственные покрытия из алюминия»), так и материалы научных конференций, посвященных будущему таких конструкций («Новые архитектурно-конструктивные структуры», ЦНИИ теории и истории архитектуры; «Металлические конструкции: состояние и перспективы развития», под редакцией Н. С. Стрелецкого; «Висячие покрытия: труды совещания по исследованию и внедрению висячих покрытий», под редакцией И. М. Рабиновича). Вопросы формообразования большепролетных конструкций, а также некоторые вопросы эстетических требований к таким несущим системам достаточно подробно рассматривает В. Е. Михайленко в книге «Формообразование оболочек в архитектуре» и Ю. А. Смоляров в книге «Архитектурное формообразование из вантово-стрелневых систем». О высокой архитектурной выразительности сооружений с висячими покрытиями и практически безграничных возможностях формообразования таких сооружений говорит В. Г. Штолько в книге «Архитектура сооружений с висячими покрытиями». Большой вклад в вопрос большепролетных несущих систем внес Ю. А. Дыховичный в таких своих трудах как «Большепролетные конструкции сооружений Олимпиады-80 в Москве», «Современные пространственные конструкции: железобетон, металл, дерево, пластмассы». Существует множество работ, посвященных проблемам перекрытия больших пролетов с помощью оболочек и висячих покрытий на основе несущих металлических конструкций, однако они носят исключительно инженерный характер и рассматривают достаточно узкие аспекты работы таких конструкций. Современной отечественной литературы, поднимающей вопрос комплексного осмысления общественных зданий с большепролетными металлическими конструкциями, практически не существует. Что касается иностранной литературы по интересующей нас проблематике, то в странах Европы и США издано большое количество как профессиональных монографий, так и статей в архитектурных периодических изданиях, исследующих вопрос работы металлических покрытий и

оболочек на большом пролете.

Научная новизна проведенных исследований. Научная новизна исследования состоит в проведении комплексного архитектурного анализа современных общественных зданий и сооружений, формообразующей основой которых являются большепролетные металлические конструкции В.Г. Шухова (однополостный гиперболоид вращения, сетчатая оболочка двойкой кривизны, висячее покрытие). Впервые предложена архитектурная классификация по объемно-пространственному принципу (включает в себя 3 типа общественных зданий: формоподчиненный тип, формодополняющий тип, формообразующий тип). В ходе исследования приведены возможные варианты использования этих типов для различных по назначению общественных зданий и сооружений. Доказано, что для современной архитектуры, в частности отечественной, использование конструктивных и объемно-пространственных принципов конструкций В. Г. Шухова обладает большим потенциалом.

Цель исследования. На основе творческого наследия В. Г. Шухова разработать комплексные рекомендации по объемно-пространственному решению общественных зданий с большепролетными металлическими конструкциями, построенными на объемно-пространственных приемах металлических конструкций В. Г. Шухова.

Достижение данной цели предполагает решение следующих **задач**:

- Сравнить степень использования инженерных и объемно-пространственных принципов использованных В. Г. Шуховым в отечественной и зарубежной архитектурной практике.
- Выявить значение инженерных идей В. Г. Шухова в области металлических несущих конструкций для архитектуры XX-XXI вв.
- Провести архитектурный анализ наиболее ярких примеров архитектуры общественных зданий конца XX – начала XXI вв. с большепролетными металлическими системами с целью разработки классификации общественных зданий и сооружений по объёмно-пространственному принципу.
- Определить потенциал развития объемно-пространственных приемов В. Г. Шухова для архитектуры XX-XXI вв.
- Сформировать рекомендательные предложения для типов общественных зданий

разработанной классификации.

Границы исследования. В исследовании рассматриваются общественные здания и сооружения, в которых были применены пространственные большепролетные конструкции. В работе анализируются реализованные объекты В.Г.Шухова, изучены примеры современной гражданской архитектуры, использующей инженерные принципы В.Г.Шухова; особое внимание уделено эволюции современных большепролетных конструкций в гражданском строительстве и их влияние на формообразование. Рассмотрены архитектурно-планировочные, объемно-пространственные характеристики общественных зданий и сооружений в тесной их связи с несущими металлическими конструкциями. Исследование не затрагивает железобетонные, пневматические, деревянные, композитные большепролетные конструкции. Плоскостные большепролетные металлические конструкции рассмотрены в данной работе с точки зрения исторического развития металлических конструкций.

Объектом исследования являются архитектурные решения с большепролетными пространственными металлическими несущими системами, инженерные открытия В.Г.Шухова; отечественные и зарубежные примеры современной архитектуры общественных зданий и сооружений, спроектированные на основе принципов этих открытий и с использованием таких конструкций.

В качестве **предмета исследования** рассматривается формообразующая роль большепролетных пространственных металлических несущих систем и их влияние на функциональное зонирование общественных зданий и сооружений.

Методология и методы диссертационного исследования основаны на архитектурном анализе инженерных открытий В.Г.Шухова, примеров современной архитектуры общественных зданий с большепролетными металлическими конструкциями, их сравнении с использованием графического, типологического анализа; прогнозировании развития большепролетных металлоконструкций в общественных зданиях. Методика исследования основана на изучении теоретических трудов, литературных источников, Интернет-ресурсов, на проведении натурных обследований с целью оценки объемно-пространственных характеристик примеров гражданской архитектуры; включает в себя разработку критериев для оценки примеров современной архитектуры общественных зданий.

Практическая значимость исследования заключается в возможном использовании полученных результатов в качестве методических и справочных пособий, предложений по проектированию общественных зданий и сооружений, в качестве дополнительной научной базы для смежных профессий, в виде лекционного материала для архитектурного проектирования общественных зданий. Некоторые положения исследования могут быть использованы в практике – как рекомендательный материал для архитекторов при разработке проектов зданий гражданской архитектуры. Также, результаты исследования позволяют проектировщикам и заказчикам оптимизировать архитектурные решения общественных зданий, обеспечивающие наиболее рациональное и пространственно выразительное использование большепролетных металлических конструкций. Также, результаты исследования позволят развить творческий потенциал архитектурных и конструктивных приемов В.Г. Шухова в практике проектирования и строительства общественных зданий и сооружений.

Теоретическая значимость исследования заключается в применении нового подхода к роли большепролетных металлических конструкций, построенных на принципах В.Г. Шухова, в формообразовании здания. Материалы исследования позволяют расширить теоретические основы проектирования оболочек в архитектуре общественных зданий. Выводы диссертации показывают значительный потенциал творческого наследия В.Г. Шухова для современной архитектурной и строительной науки, проектной деятельности.

Положения, выносимые на защиту:

1. Творческий метод В.Г.Шухова в развитии большепролетных металлических конструкций общественных зданий.
2. Классификация объемно-пространственных решений общественных зданий на основе большепролетных пространственных металлических конструкций.
3. Обобщенные рекомендации по выбору оптимальных объемно-пространственных решений общественных зданий с большепролетными металлическими несущими конструкциями.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Материалы диссертации изложены на 7 конференциях: Международная научно-

практическая конференция «Наука, образование и экспериментальное проектирование» в МАРХИ (Москва, 2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 гг.); Международная научно-практическая конференция, посвященная 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова (Москва, 13-14 ноября, 2013 г.). Некоторые материалы исследования были представлены на фотовыставке «Уникальные конструкции Шухова» в рамках Международного Металл-Строй Форума (Москва, ВВЦ, павильон 75, 9-12 ноября, 2010 г.). Материалы диссертации опубликованы в 12 печатных работах, из них 3 статьи опубликованы в изданиях, входящих в перечень рецензируемых журналов и изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

Положения исследования были использованы при разработке предпроектного предложения по реставрации судоремонтной верфи в г. Мурманске. Некоторые положения диссертации реализованы в проектной работе при участии автора: «Предпроектное предложение архитектурного решения домашнего стадиона футбольного клуба Ангушт в г. Магас, респ. Ингушетия».

Структура работы. Диссертация состоит из одного тома общим объемом 169 страниц, включающего в себя текстовую часть: введение, три главы, основные результаты и выводы исследования, заключение, список литературы (144 источника), список основных публикаций по теме исследования (объемом 157 страниц), а также приложение с иллюстративным материалом (12 страниц).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ВВЕДЕНИИ обоснована актуальность темы, связанная с недостаточным применением в современной отечественной проектной практике архитектурных приемов В.Г. Шухова по отношению к мировому опыту, отсутствием классификации общественных зданий по объемно-пространственному принципу, учитывающей внутренние металлические несущие конструкции. Определены цели, задачи, объект, предмет и границы исследования. Указана научная новизна и практическое значение работы.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ «Общественные здания и развитие большепролетных металлических конструкций» акцент сделан на анализе

исторического опыта проектирования зданий с большепролетными металлическими конструкциями, рассмотрена эволюция общественных зданий и сооружений с такими конструкциями, их развитие и совершенствование.

Особое внимание уделено **отечественным достижениям в области металлических конструкций**, в частности – большепролетным конструкциям В.Г. Шухова. Рассмотрена его деятельность как инженера в сфере индустриальной и гражданской архитектуры начиная с 1890-х годов. Отмечено, что его открытия стали широко известны за пределами инженерно-промышленной сферы, и Шухов был признан не только «величайшим инженером мира», но и выдающимся «художником в конструкциях»⁵. Самым выдающимся изобретением В.Г. Шухова, на многие десятилетия опередившим свою эпоху (и потому оставшимся незамеченным и не оцененным современниками), стало перекрытие центральной части круглого павильона Инженерно-строительного отдела XVI Всероссийской художественно-промышленной выставки 1896 г. в Нижнем Новгороде, выполненное в виде вогнутой внутрь чаши диаметром 25 м. из тонкого листового железа, края которой прикреплены к верхнему кольцу. Пространство между внутренним и внешним кольцами этого круглого павильона было перекрыто перекрещивающимися стальными стержнями, формирующими висячую оболочку⁶. На этой же Нижегородской выставке 1896 г. Шухов впервые в мире представил сетчатую конструкцию башни в виде однополостного гиперboloида вращения. Ее жесткий пространственный каркас образован скрепленными между собой прямыми стержнями, связанными по высоте башни кольцами.

Несколько позднее, в 1897 году, инженер предложил еще одно изобретение - сетчатый свод двоякой кривизны, воплощенный над цехом металлургического завода в Выксе и доведший идею пространственных арочных покрытий до совершенства. Эта конструкция по сравнению со стропильным перекрытием

⁵ Шухова, Е. М. Труды и дни инженера В.Г. Шухова (1853-1939) / Е. М. Шухова // Наше Наследие : Иллюстрированный культурно-исторический журнал. – 2004. – № 70. Режим доступа: <http://www.nasledie-rus.ru/podshivka/7009.php>

⁶ Шухов, В. Г. Избранные труды : Строительная механика / В. Г. Шухов ; Под ред. акад. А.Ю. Ишлинского ; АН СССР, Институт истории, естествознания и техники, Комиссия по увековечению памяти почетного академика В.Г. Шухова. - М. : Наука , 1977. – с. 5

давала до 30% экономии металла⁷. Перекрытие выполнено в виде металлического сетчатого свода двойкой кривизны, опирающегося на трехшарнирные арки.

Шуховым также была изобретена арочная ферма, в которой традиционные массивные раскосы и стойки были заменены тонкими лучевыми затяжками, работающими только на растяжение - самый выгодный для металла вид усилий. Дальнейшее ее усовершенствование стало уже невозможным. Это строго научно было доказано В. Г. Шуховым в книге «Стропила»⁸ и там же указан единственно верный путь - переход к пространственным системам, в которых все элементы конструкции при восприятии нагрузки работают как единый слаженный организм. При этом архитектурные открытия Шухова анализируются автором в контексте развития мировой практики применения металлоконструкций.

В первой главе рассматриваются примеры архитектурных сооружений разных стран и разных эпох с применением металлических конструкций – крытые рынки, вокзалы, магазины, здания Всемирных выставок, история которых фактически становится историей металлических конструкций. Среди них, например, парижская Галерея машин конструктора Коттансэна и архитектора Дютера, с пролетами в 115 м⁹.

История металлических конструкций начинается с самых первых примеров применения металла в строительстве – чугуна, в мостах через р. Северн в Англии (1775-1779 гг.), чугунного моста через р. Уир, сооруженного в 1793-1796 гг., сборочный цех Генри Модсли в Ламбете с фермами (1826 г)¹⁰. Наибольшее влияние на развитие конструктивных решений каркасных зданий оказало проектирование и возведение в 1851 году Джозефом Пэкстоном для Всемирной выставки в Англии Хрустального дворца. Все его колонны и балки были выполнены из чугуна, для перекрытий применены железные фермы с перекрестной решеткой. Небольшие площади сечений металлических элементов позволили

⁷ Постройка и эксплуатация Мартеновской фабрики в Лысьвенском заводе гр. П.П. Шувалова / составители: А.И. Умов, С.Ю. Вериги. – СПб. : Издательство авторов, 1901 – с. 26

⁸ Шухов, В.Г. Стропила: изыскание рациональных типов прямолинейных стропильных ферм и теория арочных ферм / В. Г. Шухов. – М. : Русское товарищество печатного и издательского дела, 1897.

⁹ Гидион, З. Архитектура железа и железобетона во Франции / Зигфрид Гидион; сокращенный перевод А. А. Сапожниковой. - М. : Издательство всесоюзной академии архитектуры, 1937. – с. 66.

¹⁰ Пространство, время, архитектура / З. Гидион. – 3-е издание. – М. : СТройиздат, 1984. – с. 121.

создать сплошное остекление. Впервые использована модульная система, на основе которой стандартизированы все элементы конструкций¹¹.

Во второй половине XIX в. появляются архитектурные формы, отвечающие новым общественным потребностям, связанные, в первую очередь, с перекрытием больших пространств. Запросы большого города, его транспорта и расположенной в нем промышленности формируют новые задачи для архитектуры. Для покрытия прямоугольных в плане зданий начинают использоваться решетчатые стальные рамы и арки. Металлические конструкции становятся формообразующим фактором архитектуры в таких типах зданий, как вокзалы, рынки и большие универмаги - легкие арочные конструкции перекрывают их просторные помещения.

С самого начала 80-х гг. XIX в. американская архитектура (Чикагская школа) ясно дала понять всему миру, что ключом к новой эпохе в архитектуре является использование современных конструкций, прежде всего, металлических, необходимых для выражения архитектурных идей¹².

Современная архитектура научилась использовать металл не только как конструкционный материал, но и преподносить несущие элементы здания как самостоятельные дизайнерские элементы. Сталь в архитектуре крупных общественных зданий становится не просто необходимым элементом существования сооружения, но скульптурой или картиной - возможности техники сегодня настолько широки, что позволяют архитектору создавать практически любые формы из металла.

Помимо эволюции и практики применения металлоконструкций, в первой главе произведено сравнение нескольких классификаций несущих конструкций: обширная классификация конструктивных систем по Х. Энгелю¹³, принципиальные схемы основных систем металлических конструкций А. Мардера¹⁴, классификация несущих систем В. Адамовича¹⁵. Данные

¹¹ Хрустальная мечта: как здание из стекла стало залогом светлого архитектурного будущего [Электронный ресурс] // speech: archspeech. Интернет-издание об архитектуре, градостроительстве и дизайне: [сайт]. URL: <http://archspeech.com/article/hrustal-naya-mechta-kak-zdanie-iz-stekla-stalo-zalogom-svetlogo-arhitekturnogo-budushhego>

¹² Пространство, время, архитектура / З. Гидион. – 3-е издание. – М. : СТройиздат, 1984. – с. 39.

¹³ Несущие системы : учебное издание / Хайно Энгель. - М. : АСТ Астрель, 2007.

¹⁴ Металл в архитектуре / А.П. Мардер. – М. : Стройиздат, 1980.

классификации преимущественно носят скорее конструктивный или инженерный характер, предоставляя проектировщику лишь общее описание внешнего вида несущей системы, ориентировочный пролет и принципы работы конструкций.

В результате анализа рассмотренных классификаций и в соответствии с поставленными задачами научного исследования была предложена **новая классификация общественных зданий и сооружений по объемно-пространственному формообразующему принципу**, в которой было предложено разделить общественные здания и сооружения с большепролетными металлическими конструкциями на три вида:

- Формоподчиненный тип. Общественные здания и сооружения, в которых оболочка применяется исключительно как покрытие и незначительно участвует в формообразовании здания;
- Формодополняющий тип. Общественные здания и сооружения, в которых оболочка комбинируется с иными несущими конструкциями и частично участвует в формообразовании здания;
- Формообразующий тип. Общественные здания и сооружения, в которых оболочка настолько активно влияет на формообразование здания, что фактически представляет собой здание целиком.

Предложенная классификация является комплексной оценкой общественных зданий и сооружений с большепролетными металлическими конструкциями. Она охватывает пространственные металлические несущие конструкции и видится полезным инструментом именно для архитектора, рассматривая общественные сооружения не только с точки зрения конструкций, но и со стороны объемно-планировочного решения.

В соответствии с установленной методологией научного исследования, во **ВТОРОЙ ГЛАВЕ «Формообразующие принципы большепролетных пространственных металлических конструкций общественных зданий и сооружений»** производится архитектурный анализ примеров современной архитектуры общественных зданий. По результатам проведенного в первой главе

¹⁵ Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / В.В. Адамович, Б.Г. Бархин, В.А. Варезкин и др. – издание второе, дополненное и переработанное. – М. : Стройиздат, 1984.

анализа примеров архитектуры были выбраны наиболее характерные функциональные назначения общественных зданий с точки зрения большепролетных металлических конструкций. Среди них выставочные пространства, транспортные и спортивные объекты. Помимо указанных, были рассмотрены общественные сооружения с другими функциональными назначениями, среди которых музеи, транспортно-пересадочные узлы, открытые общественные городские пространства, перекрытые с использованием большепролетных металлических конструкций.

Таким образом, во второй главе ставится задача сравнения и анализа архитектуры общественных зданий и сооружений и подробного рассмотрения конструкций таких сооружений в рамках предложенной классификации по объемно-пространственному формообразующему принципу. Анализ строится по определенному алгоритму, основанному на четырех положениях:

- **Анализ фасадного и интерьерного решения.** Рассматривая примеры архитектуры в рамках этого параметра, учитываются различные его аспекты. Элементом, активно влияющим на формообразование здания является несущая система. Выбор принципа работы несущего остова здания предполагает использование архитектором тех или иных объемно-планировочных решений. Несущая система, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на то, как будут выглядеть интерьеры и фасады здания - это его скелет, его основа.

- **Особенности внутренней функциональной структуры.** Местоположение различных по назначению функциональных зон в общественном сооружении находится в тесной связи с объемно-планировочным решением здания.

В архитектуре общественных зданий традиционно сложилось два основных метода построения архитектурно-планировочной композиции¹⁶. Первый метод заключается в четком разграничении помещений по однородным функциям и дальнейшей их группировке в функциональные группы. Вторым методом является создание единого крупного внутреннего объема здания, который отличается универсальностью и многообразием внутреннего использования. В таком случае

¹⁶ Адамович, В. В. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / В. В. Адамович, Б. Г. Бархин, В. А. Варезкин и др. – издание второе, дополненное и переработанное. – М. : Стройиздат, 1984. – с. 42

функциональные группы формируются при помощи внутренних разграничивающих конструкций, перегородок.

На первое место выходит проблема восприятия внутреннего объема – неверно выбранное функциональное зонирование такого крупного помещения может негативно сказаться на выразительности интерьера, «замусорить» чистоту и красоту архитектурно-инженерного решения крыши и потолка. Предпочтительно, чтобы подобный крупный внутренний объем воспринимался зрителем целиком – появление серьезных визуальных препятствий не желательно, иначе теряется смысл использования такого метода решения архитектурно-планировочной композиции. В ходе исследования было выявлено практически полное отсутствие в чистом виде той или иной компоновки помещений в общественных зданиях, в которых использовались большепролетные металлические конструкции. Однако, в результате исследования примеров архитектуры общественных зданий с большепролетными металлическими конструкциями, были установлены некоторые закономерности в устройстве внутренней функциональной структуры. Таким образом, удалось выявить следующие варианты расположения функций в общественных зданиях и сооружениях с применением большепролетных металлических конструкций – периметральный, террасный, по уровням, центричный, сегментный.

- Особенности микроклимата в формоподчиненном, формодополняющем и формообразующем типах зданий. Микроклимат в общественных зданиях формируют большое количество различных элементов сооружения. В первую очередь, для достижения требуемых показателей микроклимата на стадии анализа архитекторы обычно учитывают климатические особенности строительной площадки. Географическая широта, направление и сила ветра, световой режим, количество и характер осадков – все эти показатели, учитываемые при выборе объемно-планировочного решения, являются важнейшими при моделировании микроклимата в будущем здании. Так, средства солнцезащиты (архитектурно-планировочные, конструктивные и технические) могут оказывать существенное влияние на архитектурное решение проекта.

- Влияние градостроительной ситуации на формоподчиненный, формодополняющий и формообразующий типы общественных зданий.

Существующее разнообразие зданий общественного назначения свидетельствует не только о широком диапазоне авторских взглядов архитекторов, но и о бесконечно отличающихся друг от друга градостроительных ситуациях. Окружение, контекст диктуют свои требования к внешнему, а зачастую, и к внутреннему виду и устройству общественного здания. Чем больше открытой площади выделено под общественное здание, тем крупнее становятся его элементы. В таком случае визуальное восприятие осуществляется с большего расстояния, и издали зритель просто не сможет оценить мелкую детализацию фасада, конструкций здания. Ситуация кардинально меняется когда здание располагается в условиях плотной городской, а зачастую еще и исторической среды. В этом случае зритель воспринимает здание с гораздо меньшего расстояния, чем в предыдущем случае – практически вплотную. Членения фасада, степень визуальной «сложности» конструкций общественного здания зачастую находятся в тесной связи с контекстом, а в частности, с площадью участка под застройку и его геометрическими размерами.

При рассмотрении вышеназванной проблематики в главе сделан акцент на большепролетных конструкциях В. Г. Шухова - объеме гиперболоида вращения, легких сетчатых оболочках, висячих покрытиях. Благодаря проведенному архитектурному анализу выявлено, что современная архитектура общественных зданий с использованием большепролетных металлических конструкций во многом основывается на конструктивных и объемно-пространственных принципах В.Г. Шухова. Таким образом, во второй главе автор исследования приходит к выводу, что инженерные решения прошлого века остаются актуальными и сегодня, имея потенциал дальнейшего развития для современных архитекторов.

По результатам проведенного во второй главе анализа примеров зарубежной и отечественной архитектуры по разработанным параметрам, в **ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ «Использование принципов формирования большепролетных металлических конструкций В.Г. Шухова в архитектуре общественных зданий и сооружений»** выявляются объемно-пространственные особенности большепролетных металлических несущих систем в общественных зданиях и сооружениях различного функционального назначения и показывается, что такие несущие

системы в разной степени участвуют в формообразовании общественных зданий, что подтверждает жизнеспособность классификации по объемно-пространственному принципу. Таким образом, стало возможным сформулировать основные характеристики каждого из типов объемно-пространственной классификации общественных зданий с использованием большепролетных металлических конструкций.

Для **формоподчиненного типа** свойственно четкое разделение сооружения на фасадную часть и покрытие. Оболочка участвует в формообразовании, однако визуально отделима от объема здания, в отличие от формообразующего типа (см. ниже), для которого характерно активное вовлечение оболочки, как в интерьер, так и в экстерьер сооружения. Внутренняя функциональная структура этого типа зданий предполагает большое безопорное пространство; в этом случае применение оболочки над всем объемом здания оправдано.

Во второй главе выявлено, что висячие покрытия являются наиболее экономичным вариантом с точки зрения расхода материала и применяются в спортивных зданиях с **террасной или террасно-сегментной функциональной структурой**. В данном типе общественных зданий и сооружений помимо висячих покрытий применяются сложные пространственные системы, образованные рамами, фермами, арками. Использование этого типа несущей системы позволяет свободно работать с планом сооружения (в отличие от висячих покрытий), интерьерным пространством зданий с **сегментной функциональной структурой**.

Для **формодополняющего типа** характерно встраивание оболочки-покрытия в другую несущую систему. В данном случае существует два принципиальных конструктивных решения такого встраивания, при которых большое внимание уделяется узлу контакта двух несущих систем – опирание оболочки на часть здания или на собственные опоры. В первом случае, оболочка, как правило, максимально лаконично присоединяется к существующему зданию, акцент на узле контакта не делается. Во втором – оболочка подчеркнута визуально отделяется от здания, в которое она встраивается, а иногда, даже возвышается над ним. В любом случае, оболочки практически не участвуют в процессе формирования фасада, и работают преимущественно на внутреннее восприятие зрителем. Использование в данной типологии сетчатых конструкций максимально оправдано. Во-первых, не

возникает провисания конструкций в интерьер, во-вторых – сетчатая оболочка, с точки зрения экономичности, представляется наиболее эффективным решением. Такая оболочка дает возможность гибко работать с планом и позволяет вписаться в практически любое окружение.

Для **периметральной, террасной функциональной структуры и их комбинациям**, предлагается располагать в частях здания с каркасным или стеновым несущим остовом аудитории, кабинеты, научные отделы (в зависимости от функционального назначения здания), в большепролетном пространстве под оболочкой - общественные зоны: экспозиции, аудитории, выставки (Смитсоновский музей в Вашингтоне, США, 2007 г.). Аналогичное решение может найти применение и в объектах торговли – основная общественная зона располагается в пространстве, перекрытом большепролетной конструкций, торговые точки располагаются по периметру здания (торговый центр My Ziel во Франкфурт-на-Майне, Германия, 2009 г.).

Оболочки формодополняющего типа рекомендуется для музеев, выставочных пространств, расположенных в плотной окружающей городской среде. В таких случаях, оболочка практически не воспринимается зрителем снаружи, а исключительно из интерьера. Это соответствующим образом сказывается на элементах конструкций, которые становятся визуально максимально легкими. К данному типу зданий также относятся и крупные общественные сооружения, такие как аэропорты с **сегментной, вертикальной функциональной структурой и их комбинациями**, в которых большепролетная оболочка является частью конструктивной системы здания, перекрывая, как правило, большие по площади помещения для пребывания пассажиров – залы ожидания, зоны таможенного контроля, залы со стойками регистрации.

Для **формообразующего типа** характерна доминирующая роль оболочки в формообразовании сооружения. Такая оболочка фактически заключает в себя все здание и формирует его внешний вид и интерьер. Применение пространственных несущих сетчатых оболочек, формирующих покрытие различной кривизны, оказывается, как то подтверждают рассмотренные примеры из современной зарубежной архитектуры, наиболее оправданным в этом случае. Общественные сооружения данного типа располагаются не в затесненной городской застройке, а в

пригородах или крупных свободных от селитьбы территориях внутри города (на площадях). Такие постройки подчиняют окружение, фактически становятся его центром, благодаря крупному масштабу. По результатам проведенного во второй главе анализа, для общественных зданий формообразующего типа предлагается **периметральное, террасное, вертикальное, центричное, сегментное расположение функций**. Однако, в случае **сегментной функциональной структуры**, возникает вероятность ухода от внутренней пространственной целостности здания, при которой помещения-сегменты заполняют весь внутренний объем сооружения и зрителю становится практически невозможно считать объем сооружения из интерьера (Оперный театр Шаньдуна в г. Цзинань, Китай, 2014 г.).

В третьей главе диссертационного исследования выявляется потенциал инженерных идей В.Г. Шухова для общественных зданий и сооружений. Основное достоинство несущих систем В. Г. Шухова – перекрытие большого пролета с минимальными затратами на материал. Именно в этом заключается потенциал для дальнейшего развития его инженерных принципов. Большой пролет – это, в первую очередь, и новые формы и, возможно, даже новые материалы. Висячие покрытия практически не имеют предела увеличения пролета. Другое направление развития его конструкций – использование их для новых функций, в первую очередь общественных. При соответствующем запросе такие несущие системы могут перекрывать пространства, к примеру, городских площадей, так и целых кварталов, с целью защиты их от агрессивных воздействий внешней среды - осадков, солнца, холода, песчаных бурь. К сожалению, как то показывает проведенный во второй главе анализ, в современной отечественной архитектуре потенциал висячих конструкций не развивается, не смотря на их большой потенциал для архитектуры сегодняшнего дня.

Нереализованным остается потенциал однополостного гиперболоида вращения, как несущей вертикальной конструкции (поэтажное нагружение). Причем гиперболоид может использоваться не только как башня или небоскреб, но и как вертикальный опорный элемент здания – колонна, которая отличается от несущих колонн другого типа визуальной легкостью и изяществом (как, к примеру, в здании главного бульвара всемирной выставки EXPO 2010 в Шанхае, Китай, или в здании медиатеки в г. Сендай, Япония, 2001 г.), выполняя, помимо передачи

нагрузки от перекрытий на фундамент, функцию световой шахты для помещений, расположенных в глубине объема здания.

Рекомендации, выведенные на основе проведенного во второй главе диссертационного исследования анализа, охватывают использование потенциала архитектурной и пластической выразительности конструкции в интерьере общественных зданий и сооружений:

- функциональное зонирование и восприятие зрителем интерьерного пространства;
- восприятие зрителем внутреннего пространства помещения с большепролетными конструкциями;
- восприятие зрителем массы сооружения;
- внешние элементы здания (фасада) и их восприятие зрителем;
- восприятие зрителем интерьерного пространства сооружений с висячими покрытиями;
- визуальное восприятие открытых в интерьере большепролетных металлических конструкций;
- проблема примыкания большепролетной конструкции к другому типу несущей системы;
- восприятие вертикальных несущих элементов в интерьере зального помещения.

В завершении третьей главы ставится вопрос о продолжении инженерных идей В.Г. Шухова в современной архитектуре. Диссертационное исследование показало, что Шухов, будучи инженером, создал такие постройки, которые послужили основой для развития современной архитектуры в металле, однако к сохранению уже немногочисленных сооружений отводится недостаточно внимания. Беспочвенно вызывает отношение к инженерному наследию Шухова в отечественной архитектуре – его инженерные принципы, в отличие от зарубежной архитектуры, не используются. За последнее время в России было построено всего несколько сооружений, которые использовали только один из принципов Шухова – висячие конструкции: ледовый дворец в Крылатском (2004 г.), ледовый дворец в Коломне (2006 г.), ледовый дворец в Ангарске (2007 г.), футбольный стадион в

Краснодаре (2016 г.), общая концепция и конструкция кровли которого была задана немецкой проектно-конструкторской фирмой GMP17.

В исследовании предложены новые методы выбора большепролетных металлических несущих систем для общественных зданий – сформулированы комплексные рекомендательные предложения. Рекомендательные предложения включают в себя как эмоциональные аспекты восприятия металлических конструкций (такие как функциональное зонирование и восприятие зрителем интерьерного пространства здания, восприятие зрителем внешнего объема сооружения, восприятие зрителем интерьерного пространства сооружений с висячими покрытиями и др.), так и их принципиальные объемно-пространственные решения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В диссертационном исследовании проведен архитектурный анализ наиболее ярких примеров современной архитектуры общественных зданий с использованием большепролетных металлических конструкций, выявляющий взаимосвязь функционального устройства сооружения с его конструктивной структурой. Помимо этого, автором были рассмотрены объемно-пространственные характеристики конструкций В.Г. Шухова и их потенциал для современной отечественной и зарубежной архитектуры общественных зданий и сооружений. На основе проделанного в диссертационном исследовании анализа были сделаны следующие выводы:

1. На основе изучения опыта проектирования общественных зданий использующих наследие В. Г. Шухова выявлено, что в зарубежной архитектурной практике объемно-пространственные идеи Шухова активно используются, благодаря своим уникальным достоинствам – визуальной и конструктивной легкости, архитектурной выразительности. Доказано, что предложенные В.Г. Шуховым объемно-пространственные принципы однополостного гиперболоида вращения, сетчатой оболочки двойкой кривизны и висячего покрытия, фактически

¹⁷ Стадион ФК «Краснодар» [Электронный ресурс] // SPeeCH : [сайт]. URL: http://www.speech.su/projects/sporting_objects/653-krasnodarskiy-kolizyey.html

являются фундаментом развития формообразования металлических несущих конструкций в архитектуре XX-XXI вв.

2. Благодаря проведению архитектурного анализа наиболее ярких примеров архитектуры общественных зданий конца XX – начала XXI вв. с большепролетными металлическими системами было выявлено недостаточное исследование вопроса архитектурной организации, образного и масштабного решения общественных зданий с большепролетными металлическими конструкциями. В результате была разработана классификация общественных зданий по объемно-пространственному решению. Большепролетные металлические конструкции, построенные на объемно-пространственных приемах В. Г. Шухова, являются ключевым принципом предлагаемой классификации. В зависимости от степени влияния конструкции внешней оболочки на формообразование, выделены три типа общественных зданий:

- Формоподчиненный, где оболочка применяется как покрытие и частично участвует в формообразовании здания;
- Формодополняющий, где оболочка является частью несущей системы, комбинируется с другими несущими системами и частично участвует в формообразовании;
- Формообразующий, где оболочка активно участвует в формообразовании и фактически образует объем здания.

3. Разработаны критерии для анализа примеров архитектуры, которые дают комплексное представление о здании как с точки зрения восприятия объема зрителем, так и с точки зрения градостроительного комплекса.

4. Выявлено, что архитектурные и конструктивные приемы конструкций В.Г. Шухова обладают большим потенциалом развития в современной архитектуре общественных зданий и сооружений - перекрытие большого пролета с минимальными затратами на материал. Выявлены дополнительные возможности всячего покрытия, сетчатой оболочки, однополостного гиперболоида вращения - при соответствующем запросе всячее покрытие может перекрывать пространства городских площадей, кварталов, с целью защиты их от агрессивных воздействий внешней среды - осадков, солнца, холода, песчаных бурь; для транспортных сооружений, при возникновении необходимости в еще большем, чем сейчас,

пролете сетчатые оболочки могут стать архитектурно и конструктивно оправданным решением; нереализованным остается потенциал однополостного гиперboloида вращения, как несущей вертикальной конструкции (поэтажное нагружение).

5. Даны рекомендации по выбору оптимальных объемно-пространственных решений общественных зданий с большепролетными металлическими несущими системами:

- Общественные здания и сооружения формоподчиненного типа включают в себя спортивные объекты - стадионы, бассейны, велотреки; транспортные сооружения - аэропорты, железнодорожные станции; выставочные, торговые здания с доминирующей, монополярной функцией. Для спортивных и транспортных сооружений формоподчиненного типа свойственно наличие вокруг здания свободных от застройки пространств, в то время как выставочные и торговые сооружения могут располагаться и в затесненной городской среде. Общественным зданиям формоподчиненного типа характерно периметральное, центричное, вертикальное расположение функций и их комбинации.

- Для зданий формодополняющего типа – музеев; выставочных пространств, расположенных в плотной окружающей городской среде с периметральной, террасной функциональной структурой и их комбинациями; целесообразно рекомендовать следующую функциональную структуру: в частях здания с каркасным или стеновым несущим остовом располагать аудитории, кабинеты, научные отделы (в зависимости от функционального назначения здания); в большепролетном пространстве под оболочкой - общественные зоны: экспозиции, аудитории, выставки. В таких случаях, оболочка практически не воспринимается зрителем снаружи, а исключительно из интерьера. К оболочкам формодополняющего типа также относятся и крупные общественные сооружения, такие как аэропорты с сегментной, вертикальной функциональной структурой и их комбинациями, в которых большепролетная оболочка является частью конструктивной системы здания, перекрывая, как правило, большие по площади помещения для пребывания пассажиров – залы ожидания, зоны таможенного контроля, залы со стойками регистрации.

- Здания формообразующего типа располагаются в пригородах или крупных

свободных от селитьбы территориях внутри города. В этот тип включаются общественные сооружения с различным функциональным назначением – транспортные, спортивные объекты, музеи. Для формообразующего типа свойственны зрелищность сооружения, производимый эффект на зрителя. Функциональная структура может быть практически любой – периметральной, террасной, вертикальной, центричной, сегментной. Оболочки, характерные этому типу общественных зданий, покрывают объем сооружения с любой функциональной структурой.

В **ЗАКЛЮЧЕНИИ** подчеркивается необходимость использования потенциала конструкций В.Г. Шухова в современной отечественной архитектуре, упоминается возможность практического применения результатов исследования в проектной практике в вопросах оптимизации архитектурных решений общественных зданий, обеспечивающих наиболее рациональное и пространственно выразительное использование большепролетных металлических конструкций.

Рекомендации по практическому применению результатов исследования. Результаты данной диссертационной работы могут быть применены в реальном проектировании – при выборе объемно-пространственного решения общественных зданий и при решении вопросов оптимизации архитектурных решений, а также стать базой для выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ на архитектурных отделениях и кафедрах по направлению «Архитектура».

Перспективы дальнейшей разработки темы могут быть следующие:

1. Распространить разработанную объемно-пространственную классификацию на другие типы зданий, в частности на промышленную архитектуру, с дальнейшим ее внедрением в процесс преподавания. Классификация по объемно-пространственному принципу может способствовать созданию у студентов профильных ВУЗов более ясного представления о работе конструкций и их формообразующих возможностях в объеме здания.

2. Отдельным направлением исследования может стать мониторинг сохранившихся конструкций Шухова с целью сохранения наследия [см. табл. 11],

которое фактически является основой современных большепролетных несущих систем. На данный момент не существует регулярно обновляющегося, актуального источника о состоянии сохранившихся построек В. Г. Шухова.

3. Значительный потенциал представляет тема изучения и развития конструктивных принципов В.Г.Шухова в других конструкционных материалах, которыми, к примеру, могут стать как уже использованные для создания сетчатых оболочек дерево и плотный картон, так и еще не примененные – углепластик, технологии 3D печати фрагментов зданий.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. Душкевич К.Н. Выдержат ли конструкции В.Г. Шухова новейший вид нагрузок? / К.Н. Душкевич, О.Ю. Суслова // Архитектура и строительство России. – М.: 2011. - № 4 (апрель).– С.22-27. (0,36 п.л.).

2. Душкевич К.Н. Металлические конструкции В.Г. Шухова как потенциал формообразования современной архитектуры / К. Н. Душкевич // Международный электронный научно-образовательный журнал “Architecture and Modern Information Technologies” «Архитектура и современные информационные технологии» (АМИТ). – 2016. – №2(35). Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2016/2kvart16/index.php>– Номер статьи 35/16-15 (0,58 п.л.).

3. Душкевич К.Н. Роль большепролетных оболочек в формообразовании общественных зданий / К.Н.Душкевич // Международный электронный научно-образовательный журнал “Architecture and Modern Information Technologies” «Архитектура и современные информационные технологии» (АМИТ). – 2017. – №4(41). Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2017/4kvart17/12_duskevich/index.php– С.163-178.

(0,67 п.л.).

В других изданиях:

4. Душкевич К. Н. Всемирно известные постройки В.Г. Шухова в опасности / К. Н. Душкевич, Р. С. Ковенский, А. В. Пшеницына // Международный электронный научно-образовательный журнал “Architecture and Modern Information Technologies” «Архитектура и современные информационные технологии» (AMIT). – 2009. – №4(9). Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2009/4kvart09/index.php>

(0,48 п.л.).

5. Душкевич К.Н. Состояние и перспективы всемирно известной постройки В.Г. Шухова / К. Н. Душкевич, Р. С. Ковенский, А. В. Пшеницына // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М. : МАРХИ, апрель 2009 г.– С.418-419. (0,15 п.л.).

6. Душкевич К.Н. Современное варварство. На наших глазах исчезают уникальные конструкции В.Г.Шухова / К.Н.Душкевич // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М. : МАРХИ, апрель 2010 г.– С.350 (0,05 п.л.).

7. Душкевич К.Н. Судьба конструкций В.Г. Шухова: исчезающее совершенство / К.Н. Душкевич, О. Ю. Сулова // Архитектура, Строительство, Дизайн. – М. : 2011. – № 2(63).– С.35-39 (0,42 п.л.).

8. Душкевич К.Н. О выборе оптимального решения по спасению объекта культурного наследия России – Шаболовской радиобашни / К.Н.Душкевич // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М. : МАРХИ, апрель 2013 г.– С.273-274. (0,21 п.л.).

9. Душкевич К. Н. Гибель шедевров. Утраченные постройки В.Г.Шухова / К. Н. Душкевич // Архитектоника инженера В.Г. Шухова. Материалы международной

научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г.Шухова, 13-14 ноября 2013 г. – М. : МАРХИ, 2013.– С.97-100 (0,08 п.л.).

10. Душкевич К.Н. Шуховская башня: обсуждение идет, проблема не двигается / К. Н. Душкевич // Архитектоника инженера В.Г. Шухова. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 13-14 ноября 2013 г. – М. : МАРХИ, 2013. – С.77-78. (0,08 п.л.).

11. Душкевич К. Н. Современные большепролетные металлические конструкции / К.Н.Душкевич // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М. : МАРХИ, 2014.– С.385-386. (0,07 п.л.).

12. Душкевич К.Н. Большепролетные заводские конструкции В.Г. Шухова / К. Н. Душкевич // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М. : МАРХИ, апрель 2015 г.– С.569-570. (0,10 п.л.).