



НОВГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО

ИННОВАЦИИ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ

Великий Новгород
2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО»

ИННОВАЦИИ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ

*Сборник научных статей
Политехнического института
Новгородского государственного университета
имени Ярослава Мудрого*



Великий Новгород
2023

УДК 001.895
ББК 30
И66

Печатается по решению
РИС НовГУ

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент **С. А. Солодский**
(Юргинский технологический институт Томского политехнического университета,
г. Юрга, Россия)
доктор технических наук, профессор **А. Б. Ефременков**
(Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого,
г. Великий Новгород, Россия)

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, доцент **С. Б. Сапожков** (ответственный редактор)
кандидат технических наук, доцент **С. И. Арендательева**
кандидат филологических наук **О. Е. Ванюшкина**

Инновации в технике и технологиях: сборник научных статей

И66 Политехнического института Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого / под ред. С. Б. Сапожкова (отв. ред.), С. И. Арендательевой, О. Е. Ванюшкиной; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2023. – 140 с.
ISBN 978-5-89896-836-6
DOI: 10.34680/978-5-89896-836-6/2023.IET

В сборнике представлены научные статьи, являющиеся результатом научно-исследовательской деятельности Политехнического института Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. Рассмотрены фундаментальные и прикладные аспекты инновационных решений в сфере техники и технологий, архитектуры, строительства и дизайна.

Материалы сборника могут быть использованы в образовательной и научно-технической деятельности научно-педагогических работников и обучающихся технических и ряда других специальностей, а также в профессиональной деятельности специалистов в междисциплинарных проектах.

УДК 001.895
ББК 30

ISBN 978-5-89896-836-6

© Новгородский государственный
университет им. Ярослава
Мудрого, 2023
© Авторы статей, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
<i>Анфимова Е. Б.</i> Значение культурной идентичности в вопросах сохранения и развития городской среды	7
<i>Анфимова Е. Б., Медведев А. В.</i> Архитектурная эстетика начала XXI века	15
<i>Безруких А. А., Довженко Н. Н., Сапожков С. Б.</i> Особенности переноса электродного металла при горении косвенной дуги между плавящимися электродами из алюминиевого сплава.....	22
<i>Бусыгин С. Л., Довженко Н. Н., Токмин А. М., Сапожков С. Б.</i> Совершенствование технологии изготовления электродов из хромистой бронзы для контактной сварки арматурных стержней.....	29
<i>Николаев Д. И., Вареник К. А., Вареник А. С., Храмов Д. Д., Петров М. Ю., Кириллов А. В., Чамеев А. С.</i> Применение цифровой информационной модели здания в расчетах энергоэффективности	38
<i>Новикова Я. В.</i> Роль суперграфики как части бренда территорий в формировании идентичности городских пространств	45
<i>Попов В. А.</i> Маркетинговое исследование новгородского рынка художественной керамики	52
<i>Попов В. А., Клёвин В. Г.</i> Дизайн ювелирных изделий и цифровые технологии	58
<i>Савинова Л. Б.</i> Интеграция элементов комфортной городской среды в исторически сложившуюся застройку	65
<i>Тихонов А. А.</i> Электролитические карбонитрированные кобальт-вольфрамовые покрытия.....	75

<i>Тихонов А. А., Гареев В. М., Арендательева С. И., Попов В. А., Летенков О. В.</i> Электроосаждение Co-W-WC покрытий на постоянном и импульсном токе.....	82
<i>Токарев В.Е., Третьякова Е. Д.</i> 3D-моделирование и прототипирование игрушки «Тактильный самолет» для детей с нарушением работы зрительного анализатора	89
<i>Трофимов П. А.</i> Применение емкостных датчиков для мониторинга качества ГСМ в автомобиле.....	95
<i>Филиппов Д. А., Петров Н. В., Нозирзода Ш. С.</i> Моделирование распределения магнитного поля в магнитном конденсаторе	102
<i>Халмурзаева Г. Б., Кузьменко С. Н., Зеленовская А. С.</i> Особенности проектирования туристических комплексов каскадного типа (мировая практика)	110
<i>Халмурзаева Г. Б., Кузьменко С. Н., Лансарова С. Ю.</i> Особенности формирования архитектурно-планировочных решений оздоровительных комплексов (мировая практика)	118
<i>Халмурзаева Г. Б., Кузьменко С. Н., Тиленбаева А. Ж.</i> Акустические аспекты архитектурно-планировочных решений театральных зданий (мировая практика)	125
<i>Храмов Д. Д., Вареник К. А., Вареник А. С., Петров М. Ю., Кириллов А. В., Дуйсенбеков Б. К., Чамеев А. С.</i> Проектирование армирования монолитного железобетонного здания с использованием его цифровой информационной модели	132

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник содержит научные статьи сотрудников и молодых ученых Политехнического института Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого, представляющие собой результаты теоретических и практических разработок инноваций в технике и технологиях. В авторские коллективы вошли не только исследователи НовГУ, но и ученые из других городов, а также из зарубежья.

Тематика статей обусловлена научными направлениями, которые разрабатываются в Политехническом институте. Это различные аспекты материаловедения, строительства, дизайна – традиционные направления исследований наших ученых, получившие новое развитие благодаря инновационным решениям и технологиям, поэтому они пользуются заслуженным интересом у широкого круга теоретиков и практиков, а результаты разработок успешно внедряются в различных отраслях промышленности.

Особый интерес вызывают исследования ученых, посвященные применению новых источников магнитного поля при разработке материалов на основе магнитоэлектрических эффектов, а также исследования по разработке методов электролитического осаждения для создания износостойких, химически устойчивых покрытий.

Широкое внедрение цифровизации и использование информационных технологий также нашло отражение в научных разработках исследователей НовГУ, например создание цифровой информационной модели здания, позволяющей производить расчет энергоэффективности на основе базовых решений с различными физическими и геометрическими параметрами инженерных систем.

Статьи специалистов-дизайнеров очень разнообразны по своему направлению – речь идет о дизайне архитектурной среды, о дизайне художественно-промышленных изделий. Определённый интерес представляет актуальное и новое для нашего времени направление – ландшафтное проектирование в городе. Для Великого Новгорода, – древнего города с уникальной историей, сохранившего многие исторические застройки, ставшего одним из символов России, – тема модернизации городских пространств с

одновременным сохранением культурного облика города-символа и поддержания бренда города интересна как для специалистов, так и для людей, интересующихся этими вопросами.

Представленные в сборнике разработки ученых Политехнического института апробированы, с успехом применяются на практике и получают финансирование для дальнейшего развития.

Мы надеемся, что сборник будет интересен преподавателям, студентам и аспирантам технических и творческих специальностей, а также широкому кругу специалистов, ведущих разработки в смежных областях наук.

Редакционная коллегия

ЗНАЧЕНИЕ КУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ В ВОПРОСАХ СОХРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Анфимова Е. Б.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)

E-mail: *Ekaterina.Anfimova@novsu.ru*

THE SIGNIFICANCE OF CULTURAL IDENTITY IN THE PRESERVATION AND DEVELOPMENT OF THE URBAN ENVIRONMENT

Anfimova E. B.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

E-mail: *Ekaterina.Anfimova@novsu.ru*

Аннотация. В современной России практически не возникает новых городов. Архитектурно-дизайнерское проектирование, развиваясь по пути создания дружелюбной и комфортной городской среды, реконструирует и обновляет существующие городские территории. В рамках этой работы необходимо учитывать мнение жителей городов, сохранять их культурную и городскую идентичность, связанную с восприятием города как материализованного образа культуры. В противном случае будет происходить разрушение самосознания горожан, размывание ценностных ориентиров жителей, мотивации для участия в развитии и поддержании территорий, утрата индивидуальности и привлекательности современных городов. Резкие изменения силуэта города, необдуманная стратегия застройки городских территорий могут приводить к возникновению у горожан внутренних конфликтов, приводящих к расшатыванию самоидентификации с городским сообществом. Свой вклад в сохранение и трансляцию культурной/городской идентичности может внести Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.

Ключевые слова: *культурная идентичность; городская идентичность; архитектурно-дизайнерское проектирование; городская среда; ценностные ориентиры в проектировании.*

Abstract. In modern Russia, almost no new cities are being built. Architectural design, developing along the way of creating a friendly and comfortable urban environment, reconstructs and renews already existing urban areas. As a part of this work, it is necessary to consider the opinion of the city residents, as well as preserve their cultural and urban identity associated with perception of the city as a materialized cultural image. Otherwise, the destruction of citizens self-consciousness, the erosion of their values and motivation to participate in the urban territories' development and maintenance will occur. The individuality and attractiveness of modern cities will be lost. Abrupt changes in the city silhouette and an ill-considered strategy for urban areas development can cause internal conflicts among citizens, leading to a weakening of their self-identification with the urban community. Yaroslav-the-Wise Novgorod State University can contribute to the preservation and exhibition of cultural/urban identity.

Keywords: *cultural identity; urban identity; architectural design; urban environment; value orientations in design.*

Введение. В современном архитектурно-дизайнерском проектировании прослеживается тренд на формирование дружественного к человеку и его повседневным потребностям городского пространства. В то же время в современной России практически не возникают новые города. Проектирование идет в условиях сложившейся градостроительной ситуации городских поселений, разнообразных по своей истории, географическому положению и климату, размерам, типам планировки и этническому составу. Архитекторы и дизайнеры включают новые разрабатываемые ими объекты в живую ткань современных городов, что приводит к трансформации их привычного исторического облика. В рамках этого направления ключевое значение имеют вопросы культурной идентичности жителей, трансляции национального культурного кода в архитектурную ткань города.

В настоящей работе мы проведем контент-анализ терминов «идентичность», «культурная идентичность» и «городская идентичность». В связи с этим перед нами стоят следующие задачи: выявить особенности культурной и городской идентичностей жителей Великого Новгорода; определить ее значение в контексте сохранения историко-культурного наследия и развития современных городских территорий.

Основная часть. Городская и культурная идентичность является предметом научных интересов широкого круга ученых. Глубокий анализ вопроса идентичности как явления находим в научных трудах профессора Э. А. Орловой, специалиста в области теории культуры, социальной и культурной антропологии. По ее мнению, в русскоязычных научных текстах слова «идентичность» и «тождество» совпадают по значению, но «тождество» как понятие практически не разработано. Напротив, история понятия «идентичность» насчитывает долгую историю, которая берет начало в трудах древних греков. С XX века в социологии и антропологии термин используется в контексте способности личности иметь представления о себе и о событиях собственной жизни и опыте. Изначальная социальная обусловленность стала теоретическим основанием трактовки идентичности как социально-научной категории [1]. В качестве наиболее известной концептуализации понятия идентичности выделяется версия, данная Э. Эриксоном, полагавшим, что идентичность («психосоциальная идентичность» по его терминологии) – фактически форма соответствия человека и культуры. Идентичность ощущается как устойчивое субъективное осознание целостности своей личности и тождественности самому себе, формируется спонтанно с первых дней жизни ребенка как узнавание своей сущности, непрерывной во времени и признаваемой окружающими; понимается как результат переживания своей

принадлежности к определенной социальной группе посредством противопоставления существованию иных групп [1, 2].

Гюльчин Казыми считает, что потребность в идентичности связана с необходимостью для каждого человека иметь четкую настройку в своей жизни, которая может быть достигнута только тогда, когда он находится в контакте с другими людьми. Для этого он должен соблюдать принятые в обществе вкусы, привычки, нормы, ценности и другие средства общения в существующих сообществах. Принятие всех этих проявлений социальной группы превращает жизнь человека в носителя конкретной культуры. Поэтому сущность культурной идентичности – это понимание соответствующих культурных норм, моделей поведения, критериев ценностей и языка со стороны человека [3]. Культурная идентичность формируется на пересечении национально-исторической, социально-психологической, социально-культурной, политико-культурной и других сфер. В ее содержание входят устоявшиеся особенности национальной культуры, этнические характеристики, обычаи, верования, мифы, моральные императивы и т.п., которые в итоге формируют особенности национального характера – устойчивого качества индивидов, в зависимости от которых они выбирают соответствующий тип, манеру, форму общения и другие особенности проявления личности [4, с. 44].

Л. Энеева определяет культурную идентичность личности как осознание и эмоциональное принятие человеком своей личностной целостности и определенности на основе самоотождествления с нормами, ценностями и образцами родной культуры, проявляющееся в реализованных культурноспецифических моделях поведения [5].

Таким образом, мы видим, что культурная идентичность обеспечивает сопричастность личности с культурой общества, в котором человек живет, в том числе с культурой материальной. Искусственная среда обитания (и в частности, города), которую создает для себя человек, является одной из видимых форм материальной культуры. Теоретическую интерпретацию города как визуально и знаково-символически организованную форму культуры дает в своей работе С. С. Аванесов [6]. Поэтому близким по значению культурной идентичности, но более локальным понятием можно считать «городскую идентичность». По определению Г. В. Горновой, городская идентичность – устойчивые представления человека о себе как жителе определённого города, которые фиксируют эмоциональные и ценностные отношения горожанина к истории и культуре города, к городскому сообществу, отмечают влияние городской идентичности на самооценку индивида и его деятельность [7].

Вещная среда зримо воплощает идеологию и ценности ее создателей, освоенные ими технические достижения. Разные социальные субъекты – теоретики и идеологи, инженерно-технические функционеры, политические

функционеры, экономические агенты, местные жители, неместные клиенты разного типа (в том числе так называемая общественность), – выступают создателями среды, конкурируют за присвоение культурного ландшафта и возможность реализовывать в этой среде свои социальные практики. Публичные пространства функционируют не только как утилитарные сооружения, но и становятся хранилищами смыслов для тех, кто обладает ими, занимает их, перемещается в них. Основные оппозиции вещной среды связаны с ее преднамеренностью (как конструируемостью) и, одновременно, узнаваемой подлинностью, искренностью [8].

Особо отметим, что влияния городской среды и человека обоюдны. Сообщества людей, объединенных общими практическими, духовными и эстетическими ценностями, некогда выступили созидателями городов: то более стихийно, то, напротив, планомерно, запечатлевая свою идентичность (как христианина, или гражданина в широком смысле, строителя-созидателя нового мира – здесь может быть максимально широко понята принадлежность к сообществу людей, чьими усилиями и волей строились российские города). Существующие города, унаследованные новыми поколениями как данность, единая для всех среда обитания, запечатлевшие в камне духовные ценности народа, стали, в свою очередь, элементом, выстраивающимся в городскую идентичность своих жителей. Таким образом, культурная и городская идентичность как качество личности и архитектурно-пространственная среда городов, в которых проживают носители этой самой идентичности, взаимно обусловлены.

По Г. В. Горновой, в структуре городской идентичности выделяются четыре взаимосвязанных компонента: когнитивный, аффективный, ценностно-смысловой и практический. Когнитивный компонент содержит комплекс объективных представлений о городе, о факторах, влияющих на условия и качество жизни в городе. Визуализация этих представлений бывает отражена во всевозможных артефактах: географических картах, графиках, диаграммах, таблицах. В аффективном компоненте городской идентичности происходит эмоционально-чувственное освоение города человеком [7, с. 62–63]. Позитивные и негативные эмоции аффективного компонента влияют на жизненные установки горожан (практический компонент городской идентичности). Ценностно-смысловой компонент городской идентичности служит формой согласования представлений людей о городе, выражается в объективированных формах городской культуры. Практический компонент городской идентичности влияет на стратегию жизненного выбора горожанина.

Город способствует ярким эмоциональным переживаниям своих жителей и гостей благодаря своей истории, культуре, архитектуре. Способность человека переживать город воспитывается [7, с. 62–63], хотя фрагменты исторической памяти всегда каждый человек выбирает индивидуально.

Получается, каждый человек является носителем целого ряда идентичностей, относя себя к тому или иному сообществу людей: к жителям определенной территории (или города), гражданам той или иной страны, представителям какой-либо культуры, народа, этноса, – и разделяет общие для всех представителей данного сообщества ценности и культурные традиции, нормы. И, следовательно, у каждого человека несколько идентичностей; в целом они сосуществуют в едином поле представлений о самом себе, отчасти пересекаясь, отчасти расширяя и дополняя друг друга.

Особенности городской и культурной идентичностей жителей Великого Новгорода XXI века формируются на основе синтеза воспринимаемых ими общечеловеческих и культурных ценностей, многообразных смысловых аспектов среды, отразившей чередование стилей, эпох, пространств, обусловленной тысячелетней историей России и Новгорода, а в материальной форме – архитектуре – транслирующей эстетические ценности некогда живших и создававших ее людей [9]. Исторический центр – детинец, Ярославово дворище, территория окольного города, находящиеся в черте современного Великого Новгорода и в его окрестностях храмы и древние монастыри, – это не только визуальные доминанты, жемчужины архитектуры и общеизвестные туристические «открыточные виды», но и знаковые места для современных горожан. С ними ассоциируется город, они также участвуют в формировании городской идентичности каждого новгородца. В то же время горожане идентифицируют себя не только как новгородцы (т. е. жители города в целом), но и как жители того или иного района города. Исторический центр города застроен сегодня по большей части «сталинками», «хрущевками», жителей которых по преимуществу можно отнести к старшей возрастной группе; более молодые районы изобилуют типовыми многоэтажками 1990–2010-х годов постройки и заселены в среднем более молодыми жителями.

При изучении эстетического восприятия Великого Новгорода мы выяснили, что новгородцам дорог свой город как родина России, историко-культурный центр, несущий в своем архитектурном облике образы древних эпох и стилей. Для старшей возрастной группы он еще и символ советского прошлого, промышленного расцвета. Советские монументальные изображения и рельефные панно, драматический театр и многие другие объекты, построенные в XX веке, по-прежнему остаются ценными и памятными для

людей – выходцев из этой эпохи, так как они создавались и функционировали с их участием, в годы их молодости. Тем самым они становятся личностно значимы и рассматриваются как ценности, даже если не имеют особых архитектурных или художественных достоинств [9], и также являются элементами культурной идентичности новгородцев.

Формы современной городской застройки, как и районы советского периода, трудно считать художественно значимыми. К сожалению, многие спальные районы не имеют своего образа, хотя у их жителей также существует собственный визуальный ряд города, привязанность к видам из родных окон, существует идентификация себя как жителя того или иного района города. В определенной степени можно говорить об их эстетическом отношении к окружающей застройке. Согласимся с мнением Н. Ерофеева в том, что эстетика советской жилой архитектуры – нечто совсем не очевидное, не столь безликое и малоинтересное, как принято об этом говорить, и в теме определения эстетических качеств советской послевоенной застройки существует достаточно широкое научное поле для обсуждения [10]. Самосознание проявляется во многом в самоорганизации более молодых категорий жителей, активно взаимодействующих с проектными командами и администрацией города с целью создания комфортной среды в месте своего проживания, с учетом его истории и культурной ценности территорий. Об этом свидетельствуют, например, многочисленные видовые фотографии, размещаемые жителями современных микрорайонов в постах социальных групп (например, группа ВКонтакте «Микрорайон "Ивушки"»), активное участие горожан в программах по благоустройству микрорайонов.

Городская идентичность жителей Великого Новгорода, как одна из сторон личности, подвержена воздействию, связанному с изменениями городской пространственной среды. Искажение силуэта исторической части города, строительство новых микрорайонов, ограничение перемещения горожан за счет выделения огражденных частных территорий, вырубка скверов или снос старых построек, строительство безликих и кричаще-ярких торговых комплексов – резкие и иногда непоправимые изменения в городской среде постепенно накапливаются и приводят к возникновению внутренних конфликтов. Г. В. Горнова полагает, что такие моменты горожанин может ощущать как лишение права на город, и его идентификация с этим городским сообществом начинает расшатываться [11, с. 33–34].

Различным аспектам культурной идентичности, обоснованию необходимости целенаправленной работы по ее сохранению посвящены работы Грининой О. А., Сефербековой Б. В., Яковлевой Л. Е., Петушковой Т. А.,

Желондиевской Л. В., Барышевой В. Е., Косенковой Н. А., Серовой А. А. и других авторов. Авторы предлагают различные подходы, методы и средства, способствующие ее сохранению. Мы предполагаем, что в контексте формирования, трансляции и сохранения культурной/городской идентичности будет иметь значение деятельность Новгородского государственного университета, и, в частности, кафедры дизайна, осуществляющей подготовку бакалавров дизайна архитектурной среды, а также магистров по направлению подготовки дизайн среды. Выпускники и студенты проектируют новые объекты, участвуют в проектах по благоустройству городской среды. В своей учебно-профессиональной деятельности они должны рассматривать особенности культурной/городской идентичности новгородцев как один из ценностных ориентиров и вносить, тем самым, вклад в сохранение самоидентификации жителей города, а также создание уникального облика исторического и, в то же самое время, современного Великого Новгорода. Считаем, что данные вопросы требуют более глубокого изучения и дальнейшей всесторонней разработки.

Выводы. Основываясь на представленном в статье контекстном анализе, мы делаем вывод, что культурная идентичность – это свойство личности, позволяющее:

1) Отождествлять себя как члена группы людей, жителей своего региона, страны (более узко: городская идентичность как отождествление себя как жителя определенного города), обладающих родственными ценностями и идеалами, культурными нормами, менталитетом, которые формируются в результате влияния на человека окружающего пространства и общества, членом которого он является.

2) Сохранять внутреннее единство личности в условиях постоянной изменчивости.

Городская и культурная идентичность позволяют человеку чувствовать себя сопричастным и ответственным за благоприятное развитие того сообщества, где он живет, нести ответственность за те территории, которые он считает своими, вносить личный вклад в их процветание. В то же время, сегодня мы наблюдаем процессы размывания культурной и городской идентичности, что может приводить к разрушению не только сложившихся ранее социальных сообществ, но и причинению прямого ущерба территориям, имеющим историческую и культурную ценность в процессе бесконтрольной и ценностно не ориентированной коммерческой и иной деятельности. Таким образом, мы полагаем, что научному сообществу и активной городской

общественности Великого Новгорода необходимо принимать меры для сохранения культурной идентичности и трансляции ее в культурных кодах Великого Новгорода.

Список литературы

1. Орлова Э. А. Концепции идентичности/идентификации в социально-научном знании // Вопросы социальной теории. 2010. Т. 4. С. 87–111.
2. Сапожникова Р. Б. Анализ понятия «идентичность»: теоретические и методологические основания // Вестник ТГПУ. 2005. Вып. 1 (45). Сер.: Психология. С. 13–17.
3. Гюльчин К. Культурная идентичность как определение // Единство. Гражданственность. Патриотизм: сборник научных трудов к 100-летию Республики Башкортостан, г. Уфа, 22–23 марта 2019 г. Уфа: Мир Печати, 2019. С. 189–191.
4. Кириченко Л. Г. Культурная идентичность как главная модальность // Педагогика и психология: теория и практика. 2019. № 1 (13). С. 41–49.
5. Энеева Л. А. Становление этнокультурной и общероссийской идентичности субъектов образовательного процесса в учреждениях Северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. Санкт-Петербург, 2010. 49 с.
6. Аванесов С. С. Визуальная семиотика города: перспектива исследования городских текстов // Праксема. Проблемы визуальной семиотики. 2016. № 4 (10). С. 9–22.
7. Горнова Г. В. Визуально-семиотические аспекты городской идентичности // Праксема. Проблемы визуальной семиотики. 2019. № 3 (21). С. 62–74.
8. Иконникова Н. К. Человек в мире вещей: проблема присвоения вещной среды // Вопросы социальной теории. 2010. Т. IV. С. 344–354.
9. Анфимова Е. Б. Эстетические аспекты восприятия архитектурно-пространственной среды Великого Новгорода // Визуальная антропология – 2019. Город-университет: жизненное пространство и визуальная среда: материалы III Междунар. науч. конф., Великий Новгород, 28–30 августа 2019 г. / под ред. С. С. Аванесова, Е. И. Спешиловой; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2020. С. 205–215.
10. Ерофеев Н. Эстетика советской жилой архитектуры // Портал Архи.ру (www.archi.ru). URL: <https://archi.ru/print/news/64030> (дата обращения: 29.05.2022).
11. Горнова Г. В. Конфликтность городской идентичности: визуальные аспекты // Праксема. Проблемы визуальной семиотики. 2020. № 3 (25). С. 27–40.

Об авторах

Анфимова Екатерина Борисовна – кандидат педагогических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Ekaterina.Anfimova@novsu.ru

О рецензенте

Кузьменко Светлана Никитична – кандидат архитектуры, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Svetlana.Kuzmenko@novsu.ru

АРХИТЕКТУРНАЯ ЭСТЕТИКА НАЧАЛА XXI ВЕКА

Анфимова Е. Б., Медведев А. В.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

(г. Великий Новгород, Россия)

E-mail: *Ekaterina.Anfimova@novsu.ru*

ARCHITECTURAL AESTHETICS OF THE EARLY XXI CENTURY

Anfimova E. B., Medvedev A. V.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

E-mail: *Ekaterina.Anfimova@novsu.ru*

Аннотация. Целью работы стало выявление основных тенденций, оказывающих влияние на эстетику массовой архитектуры начала XXI века. В качестве наиболее ярких влияний выделено воздействие экологических, энергоэффективных и альтернативных технологий. Подчеркивается бинарность развития архитектуры: тенденции глобализации противостоят противоположный по содержанию процесс индивидуализации и локализации архитектурных решений. Разнообразие и разнонаправленность отмеченных тенденций позволяют зафиксировать переходное состояние современной архитектурной практики. При этом многие из выявленных тенденций со временем могут стать доминирующими и определить эстетический облик архитектуры будущего, прогнозы относительно которой носят только вероятностный характер.

Ключевые слова: *архитектура XXI века; эстетика; устойчивая архитектура; тенденции развития архитектуры; влияние трендов на архитектуру.*

Abstract. The article examines the main aesthetic categories of mass architecture at the beginning of the XXI century. The great influence on the architectural aesthetics of ecological, energy efficient and alternative technologies is noted. The relevance of the process of individualization and localization in defining the aesthetics of architectural solutions is pointed out as the direction of development of modern architectural design that is opposite to globalization.

Keywords: *architecture; aesthetics; design; sustainable architecture; trends in the development of architecture; the influence of trends on architecture.*

Введение. Динамическая эволюция исторических стилей архитектуры и искусства создается на основе актуальных идеалов и нравственно-идеологических парадигм. Вчерашние эталоны прекрасного сегодня подвергаются критике, трансформируются и обретают новые свойства за счет осмысления эстетической значимости инновационных технологий, стремительно внедряющихся во все области нашей жизни.

Сейчас человечество в очередной раз переживает период изменения ценностных парадигм. Многие, казалось бы, жизнеспособные теории рушатся

под влиянием возникающих социокультурных и экономических факторов. Прогнозируемые десятилетие назад тренды исчезают, на их месте возникают новые. И это относится не только общественной жизни в целом, но и к сфере архитектурно-дизайнерской деятельности. В череде этих трансформаций архитектура начала XXI века еще не получила концептуального осмысления. Поэтому целью нашей работы является выявление основных тенденций в архитектуре начала XXI века, а для определения актуальных направлений архитектурно-дизайнерского проектирования считаем необходимым рассмотреть их взаимодействие с возникающими эстетическими ценностями.

Основная часть. Предваряя описание предпринятого контент-анализа современной архитектуры, основные тренды которой уже зафиксированы в научных исследованиях, отметим: ряд теоретиков полагает, что все многообразие стилей и эстетических идеалов, сформированных архитектурной практикой, невозможно выстроить в единую линию поступательного развития и смены стилей. При этом исследователь архитектуры С. О. Хан-Магомедов предлагает рассматривать все имеющиеся стили в контексте существования только двух архитектурных «суперстилей», существующих на протяжении всей истории культуры почти параллельно, называемых «классика» и «модернизм», и обладающих собственной философской образной системой.

Данный тезис С. О. Хан-Магомедова можно экстраполировать и на сегодняшнюю архитектуру, и исходя из него, объяснить очевидное сходство эстетических свойств массовой застройки и практически всех мегаполисов XXI века. Впрочем, следует отметить, что такое сходство обусловлено не только философской мыслью, но и экономическими условиями, которые влияют на все сферы жизни и деятельности общества намного активнее.

Анализ публикаций и научных источников позволяет нам выделить следующие тенденции, определяющие эстетические черты архитектуры начала XXI века во многих странах мира:

– *Глобализация и деглобализация.* Проявление глобализации в эстетике архитектуры постмодернизма выражается в ориентации на западные традиции. Например, Китай (города Шэньчжэнь, Гуанчжоу, Чунцин) испытывает влияние архитектурной эстетики американских небоскребов и европейских городов-миллионников. Это верно и в отношении России (города Екатеринбург, Москва-Сити и др.), Объединенных Арабских Эмиратов (города Дубай, Масдар), Тайваня (города Тайбэй, Тайчжун, Гаосюн) и других стран, преимущественно азиатско-тихоокеанского региона [1]. При этом на фоне глобализации наблюдается отход от утопических концепций «городов

будущего» середины XX века, массовой архитектуры посткоммунистических стран и технической перенасыщенности современных городов и происходит переориентация на жилые здания, отражающие индивидуальные запросы и эстетические предпочтения [2–4].

– *Взаимные влияния в архитектуре.* Взаимное влияние в архитектуре как явление широко распространено, но его конкретного определения на сегодняшний день не существует. Описать его можно примером опосредованного влияния работ американца Г. Г. Ричардсона на петербургскую архитектуру через посредничество финской архитектурной школы. Несмотря на ощутимое влияние, преломление черт через серию воссозданий в неподходящих условиях и с применением мало похожих на оригинал материалов, создает специфическую архитектурную среду северного модерна, совершенно непохожего на первоисточник [5, с. 133].

– *Отказ от архитектурных стилей и приемов прошлого, тотальная эклектика.* Новая эклектика современных городов обусловлена не столько концептуальными, сколько практическими основаниями, в том числе необходимостью сохранения исторической среды городов, совмещаемой с модернизацией городской среды в соответствии с новыми эстетическими потребностями, уровнем технологий, образом жизни [6]. Различная по времени возникновения и стилю историческая застройка дополняется современной по функциям и формам архитектурой, вследствие чего мы имеем не только синтез различных стилей архитектуры, но и синтез всех объектов городской инфраструктуры. Сегодня почти нет чистых по стилю городов, одномоментно возникших и поддерживаемых в своем первоизданном облике. Поэтому проекты развития и реконструкции больших и малых городов стремятся решить задачу через сочетание разностилевых элементов ткани города, в том числе за счет образности геопластической архитектуры в качестве скульптуры, с учетом особенностей художественной интерпретации пространств и создающих их форм и образов, уходя от типизации и строгой геометрии, создавая интересные «разнофасадовые» формы [7, с. 572–574].

– *Конвергенция архитектуры, дизайна, искусств, фундаментальной науки и технологий.* Архитектура и дизайн, как и современные науки, подвергаются процессу конвергенции. На комплексные архитектурно-дизайнерские решения оказывают значительное воздействие эстетические идеи компьютерного и промышленного дизайна. Объекты включаются не только в пространственную ткань городов, но и обретают дополнительные социокультурные функции, включаются в процесс взаимодействия человека и

городской среды [8]. Развитие и внедрение биотехнологического обеспечения в архитектурное пространство способствует изменению архитектуры на новом научно-технологическом и архитектурно-художественном уровнях [1].

В эстетике современной архитектуры важную роль стали играть математические идеи, среди которых теория графов, или, например, принцип фрактальности, развитие которого привело к появлению новой концепции развития города, медленно воссоздающегося в своих частях по принципу самоподобия. Математическое понятие оказалось перспективным в контексте творчества Д. Либескинда, группы ARM, Morphosis, LAB [9].

– *Индивидуализация и локализация архитектурной эстетики.* В современной теории архитектуры и средового дизайна актуализируется сохранение индивидуальных и региональных культурных ценностей, исторической и культурной идентичности городских пространств, визуальной идентичности исторической среды. Например, Ф. Хундертвассер полагал, что технологическая среда создает предпосылки для обезличивания человека, с нею взаимосвязанного. В своей практике он стремился отказаться от сугубо технологических сред в пользу индивидуализации объектов архитектуры.

– *Зрелищность и театральность архитектуры.* Многие теоретики сравнивают архитектуру со зрелищем, имея в виду экспрессивность, выразительность архитектурного языка (это прослеживается в работах Питера Айзенмана, Френка Гери, Бернара Чуми). Р. В. Лесневска и П. В. Капустин пишут, что зарождение техно-зрелищности и цифровой эстетики приводит к отказу от традиционных архитектурных практик и к замене их на новые, связанные со зрелищностью. Вследствие этого архитектура теряет свои основополагающие качества трехмерности и материальности, *уплощается*, воспринимается человеком не как объемы и пространство вокруг них, а как художественный объект, картина, плоскость, проекция. Эта новая, конструированная в уме реальность, превращает пространство в виртуальное зрелище [10, с. 112–113].

– *Замена понятия «форма» на понятие «поток».* В современной архитектурной практике благодаря внедрению новых технологий фасад перестает быть связанным с планом и конструкцией здания благодаря наличию специальной, несущей его подконструкции. Благодаря этому поверхность фасада обладает самостоятельным дизайном, не связанным с тектоникой и функцией здания. По мнению Геворга Хартуняна, форма оболочки здания визуально независима, вследствие чего диалог между конструкцией здания и внешним миром прерван. Приоритетным становится не физический объем,

материал, художественное решение фасада как такового, а художественный образ виртуального фасада, зачастую подвижный, интерактивный [10]. Наблюдатель в каждую единицу времени, находясь в одной и той же физической точке городского пространства, фактически может наблюдать вокруг себя различные образы, визуальные эффекты, трансляции каких-либо отдаленных в пространстве и времени событий. Так он попадает в виртуальный информационный и постоянно изменяющийся поток.

Эксперименты по объединению материального с нематериальным касаются не только внешней, интерактивной оболочки технологичных городов, но и функций самих строений: переоценивается историческое значение зданий, дополняется их социальное назначение. Цифровая интерактивность сегодня оценивается как положительное качество проектов и программ реконструкции и развития городов. Цифровизация архитектуры становится ценностью и целью, возникает виртуальная инфраструктура, позволяющая смешивать и распознавать реальное и эфемерное, а также наделять архитектуру мощным информационным и интерактивным функционалом. Архитектура городов будущего все более непостоянна и изменчива, ориентирована на управление потоком обновляющейся информации [11].

– *Идея и/или концепт как способ продуцирования эффектов в архитектуре.* Бернارد Чуми выступает противником проектирования новых абстрактных или исторически обоснованных форм, основанных на стилях и пропорциях, и выдвигает идею или концепт как способ продуцирования архитектурных, пространственных или урбанистических эффектов. «Вместо проектирования соблазнительных форм, можно было бы установить аксиому или принцип, по которому все происходило бы» [10, с. 117]. Удаляясь от аксиомы «форма следует за функцией», он нагружает архитектуру чувством пространства, которое формируется под влиянием событий. Облик архитектурного пространства – это эстетическая видимость, внешняя презентация духовных смыслов и нематериальных идей, отражение человеческого мира в целом, заложенные в архитектурное сооружение посредством выразительных форм [12, с. 156–157].

– *«Зеленая» архитектура.* Острая необходимость сокращения вредных выбросов в строительной отрасли очевидна, минимизация экологического ущерба, обеспечение энерго- и ресурсосбережения через соответствующие конструктивные и архитектурно-эстетические решения является одним из важных приоритетов современности. Среда обитания, основанная на принципах непротиворечивого взаимодействия природы и архитектуры, представляет собой новую парадигму [13].

Основываясь на проведенном контент-анализе, мы можем утверждать, что в современной архитектуре стерлись различия между странами, направлениями, а эклектизм спровоцировал исчезновение «архитектурного единообразия». Существовавшие многие столетия «суперстили» стали в эпоху постмодерна основой для всевозможного микширования, дополнились новыми идеалами, технологическими прорывами и трендами. Предпринятое в данной работе обобщение тенденций современной архитектуры созвучно выводам С. С. Жуйкова, который на основе изучения современного состояния архитектуры и анализа широкого спектра научных работ выделяет предпосылки формирования гипотетического третьего глобального стиля в сформулированных метанаправлениях современного зодчества («арт-, «нэйче-, «флекси- и «экстрим-архитектура») [14].

Внимания и глубокой теоретической разработки требуют выкладки, предложенные А. Раппопортом в его работе «Магия и архитектура». Автор трактует магию, магическую технику как некую неуловимую, трудно фиксируемую, но при этом сущностную составляющую архитектурного проектирования, превращающую деятельность архитектора из чистой науки в искусство [15]. Такая магическая техника должна строиться не столько на внешних нормах и рецептах, сколько на внутреннем процессе постижения становления произведения из совокупности интуиций и норм, соразмерных масштабам ситуации и свойствам субстанций. А. Раппопорт предполагает, что в третьем тысячелетии эта магия может стать ключом к решению комплексных проектных задач.

Выводы. Рассмотренные тенденции ценностно определяют архитектуру эпохи глобализации начала XXI века, а также задают основы формирования в дальнейшем нового большого стиля.

На основе анализа упомянутых исследований можно предположить, что новый, глобальный архитектурный стиль начала тысячелетия может балансировать, сочетая инновационные технологии и гуманное, ценностное отношение к природе, трансформируя ее на основе экологических подходов, органичного включения искусственно созданной «второй природы» в естественную среду, а также обладать признаками адаптивности, интерактивности, дематериальности, уникальности.

Список литературы

1. Денисенко Е. В., Сабирова Э. И. Аспекты формирования города будущего XXI века // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 3 (34). С. 56–64.
2. Al-Hinkawi W. S., Al-Qaraghulia A. S. Aesthetic values of the future cities [Electronic Resource] // 2nd Intern. Conf. on Architecture, Structure and Civil Eng. (ICASE'16). 2016. 7 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/311583763_
3. Aesthetic_values_of_the_future_cities (дата обращения: 20.05.2022).

4. Wahba S. M. Friendly and Beautiful: Environmental Aesthetics in Twenty-First-Century Architecture // Nexus Network Journal. 2010. Vol. 12(3). P. 459–469. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00004-010-0045-1> (дата обращения: 15.03.2022).
5. Никонova С. Б. Влияние как эстетическая проблема: к идее эстетики среды // STUDIA CULTURAE. 2015. № 26. С. 123–136.
6. Анфимова Е. Б. Эстетические аспекты восприятия архитектурно-пространственной среды Великого Новгорода // Визуальная антропология – 2019. Город-университет: жизненное пространство и визуальная среда: материалы III Междунар. науч. конф. / под ред. С. С. Аванесова, Е. И. Спешиловой; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2020. С. 205–215.
7. Рыбаченко С. А., Горнова М. И. Новая архитектурно-ландшафтная эклектика // Новые идеи нового века – 2012: материалы Двенадцатой междунар. науч. конф. ФАД ТОГУ: в 2 т. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2012. Т. 1. С. 573–577.
8. Анфимова Е. Б., Новикова Я. В. Возможности цифровых технологий архитектуры и дизайна в процессе преобразования городской среды // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 7–1(109). С. 118–123.
9. Неботова Е. С. Эстетические принципы нелинейной архитектуры: генезис и художественное своеобразие // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. № 5–2. С. 101–103.
10. Лесневская Р. В., Капустин П. В. Архитектура как зрелище XXI века: театрализация архитектуры // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2015. № 2 (38). С. 111–121.
11. Божко О. Архитектура в эпоху цифровых технологий // Interior+Design. URL: <https://www.interior.ru/architecture/11583-arhitektura-v-epohu-tsifrovih-tehnologii.html> (дата обращения: 06.05.2022).
12. Бирюкова Е. Е. Облик архитектурного пространства в контексте выразительного бытия архитектуры // Историческая и образовательная мысль. 2015. Т. 7, № 6–2. С. 156–158.
13. Денисенко Е. В. Принципы формирования архитектурного пространства на основе биоподходов: автореф. дис. ... канд. архитектуры / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Нижний Новгород, 2013. 24 с.
14. Жуйков С. С. Образ архитектуры в стереотипах архитекторов // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2017. № 12–3(86). С. 53–60.
15. Раппапорт А. Магия и архитектура. Екатеринбург: TATLIN, 2015. 52 с.

Об авторах

Анфимова Екатерина Борисовна – кандидат педагогических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Ekaterina.Anfimova@novsu.ru

Медведев Александр Валерьевич – студент 4 курса, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s241354@std.novsu.ru

О рецензенте

Кузьменко Светлана Никитична – кандидат архитектуры, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Svetlana.Kuzmenko@novsu.ru

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ ГОРЕНИИ КОСВЕННОЙ ДУГИ МЕЖДУ ПЛАВЯЩИМИСЯ ЭЛЕКТРОДАМИ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

Безруких А. А.¹, Довженко Н. Н.¹, Сапожков С. Б.²

¹ Сибирский федеральный университет (г. Красноярск, Россия)

² Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)

E-mail: Bezrukich_andrey@mail.ru, ssb@novsu.ru

FEATURES OF ELECTRODE METAL TRANSFER DURING INDIRECT ARC BURNING BETWEEN MELTING ALUMINUM ALLOY ELECTRODES

Bezrukih A. A.¹, Dovzhenko N. N.¹, Sapozhkov S. B.²

¹ Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia)

² Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

E-mail: Bezrukich_andrey@mail.ru, ssb@novsu.ru

Аннотация. В статье проведено исследование процесса переноса электродного металла при горении дуги косвенного действия между двумя проволоками-электродами из алюминиевого сплава. Показана конструкция установки для подачи двух проволок в общую зону плавления. Представлены результаты экспериментальных исследований по определению устойчивых режимов горения косвенной дуги. На основе анализа осциллограмм и кинокадров процесса, установлены границы режимов горения, обеспечивающие различные виды переноса металла с электродов.

Ключевые слова: *наплавка; косвенная дуга; алюминиевая проволока; режимы горения; перенос электродного металла.*

Abstract. The article studies the process of electrode metal transfer during the burning of an indirect arc between two wire-electrodes made of aluminum alloy. The design of the installation for feeding two wires into a common melting zone is shown. The results of experimental studies on the determination of stable modes of burning of an indirect arc are presented. Based on the analysis of oscillograms and film frames of the process, the boundaries of combustion regimes are established, which provide various types of metal transfer from the electrodes.

Keywords: *surfacing; indirect arc; aluminum wire; burning modes; transfer of electrode metal.*

Повышение производительности процессов наплавки с применением дуги прямого действия достигается за счет увеличения ее тепловой мощности и скорости расплавления электродного металла [1, 2]. Увеличение сварочного тока приводит к значительному разогреву не только электродного металла, но и

детали, которая в данном случае непосредственно участвует в образовании сварочной дуги. Выделение большого количества тепла на изделии приводит к множеству отрицательных явлений, основные из них это – чрезмерное проплавление основного металла, высокая доля участия основного металла в наплавленном, увеличение сварочных напряжений и деформаций, а также снижение общей эффективности процесса вследствие нерационального распределения температуры между электродным и основным металлами. Применение дуги косвенного действия позволяет устранить указанные недостатки [3], однако является более сложным технологическим процессом, требующим как дополнительного оборудования, так и выполнения ряда технических условий для обеспечения стабильного горения косвенной дуги и благоприятного переноса электродного металла. Анализ литературных источников [4–6] показывает, что развитие технологии наплавки косвенной дугой обладает перспективами как в повышении качества изготавливаемых изделий, так и в значительном увеличении производительности процесса.

Цель работы – определение условий, обеспечивающих благоприятный перенос электродного металла на изделие при горении дуги косвенного действия между двумя проволоками-электродами из алюминиевого сплава

Для проведения исследований была собрана специальная установка для исследования процесса наплавки косвенной дугой, показанная на рисунке 1.

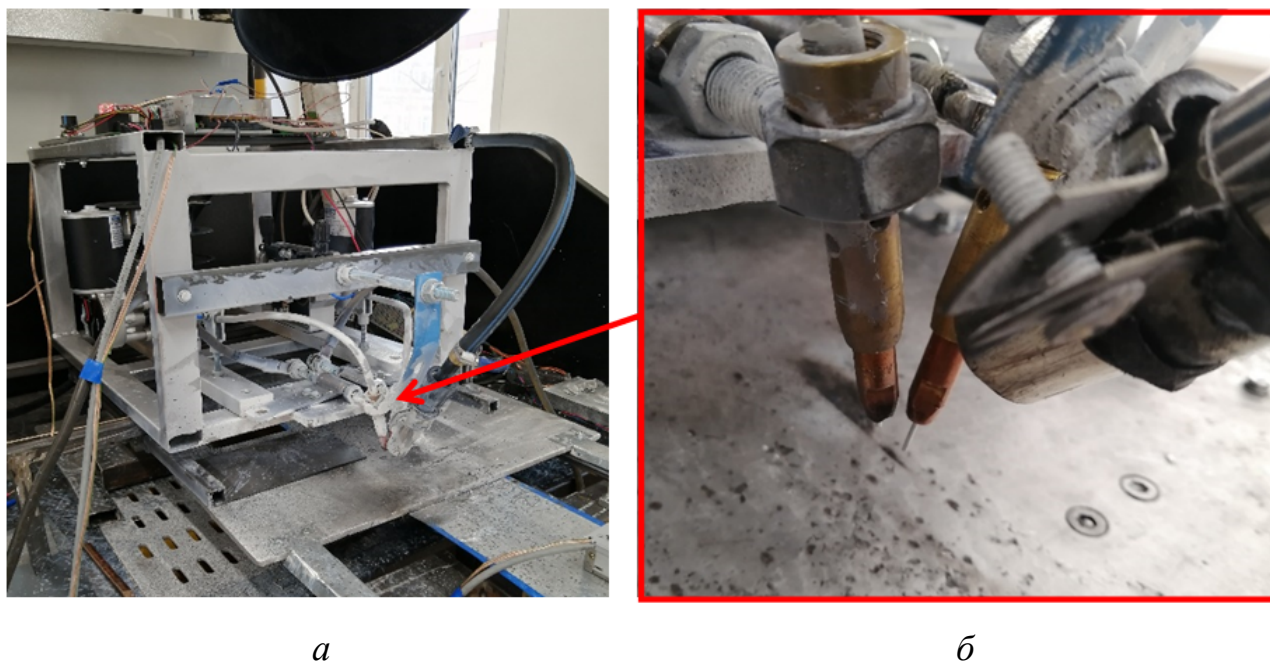


Рисунок 1. Установка для проведения исследований: *а* – общий вид установки; *б* – узел электродов и подачи защитного газа

Конструкция установки позволяет обеспечить подачу двух проволок в общую зону плавления. В процессе работы узел электродов и подачи защитного газа остается неподвижным, перемещение детали с заданной скоростью наплавки V_n обеспечивается специальным столом с ЧПУ. Для питания косвенной дуги постоянного тока использовался инверторный источник питания для механизированной сварки Янтарь МИГ 450. В качестве электродов использовали проволоку сплошного сечения марки АМг5 диаметром 1,2 мм. В качестве защитного газа использовали аргон. В ходе экспериментов фиксировали осциллограммы токов и напряжений с параллельной киносъемкой процесса горения.

Для определения особенностей переноса электродного металла при различных режимах горения косвенной дуги проводили эксперименты по изменению скоростей подачи проволок V_p в процессе их плавления. В ходе экспериментов определяли ток дуги I_d и напряжение дуги U_d . Диапазон исследуемых скоростей подачи был обусловлен возможностью обеспечения стабильного процесса горения и составил 9–22 м/мин. Анализ осциллограмм и кинокадров показал наличие различных типов переноса электродного металла в зависимости от режимов горения косвенной дуги.

На рисунке 2 показаны кинокадры горения дуги в диапазоне скоростей подачи проволок $V_p = 9–15$ м/мин. Установлен крупнокапельный перенос электродного металла, диаметр капель составляет 3–5 мм. С увеличением V_p и I_d диаметр капель уменьшается. При рассмотрении кинокадров горения дуги выявлено отклонение капель электродного металла от центральной оси плазменного факела и образованию двух направлений переноса металла с электродов, огибающих поток плазмы.

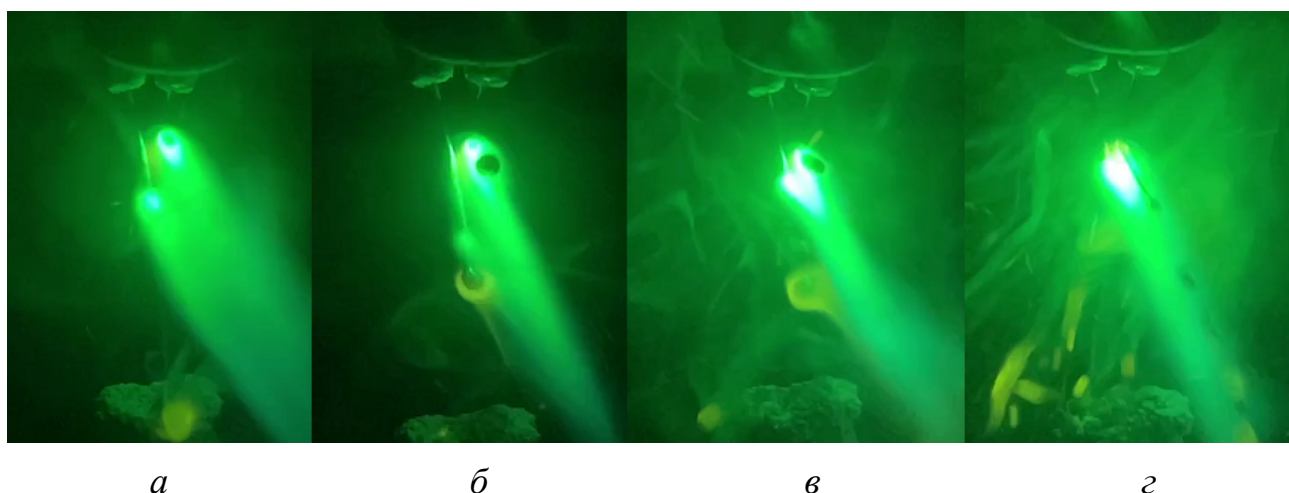


Рисунок 2. Кинокадры горения косвенной дуги при различных скоростях подачи проволоки: *а* – $V_p = 9$ м/мин; *б* – $V_p = 11$ м/мин; *в* – $V_p = 14$ м/мин; *г* – $V_p = 15$ м/мин

Процесс сопровождается редкими короткими замыканиями, которые, исходя из анализа киносъемки, не имеют цикличности по времени и носят случайный характер. Типичные осциллограммы процесса показаны на рисунке 3.

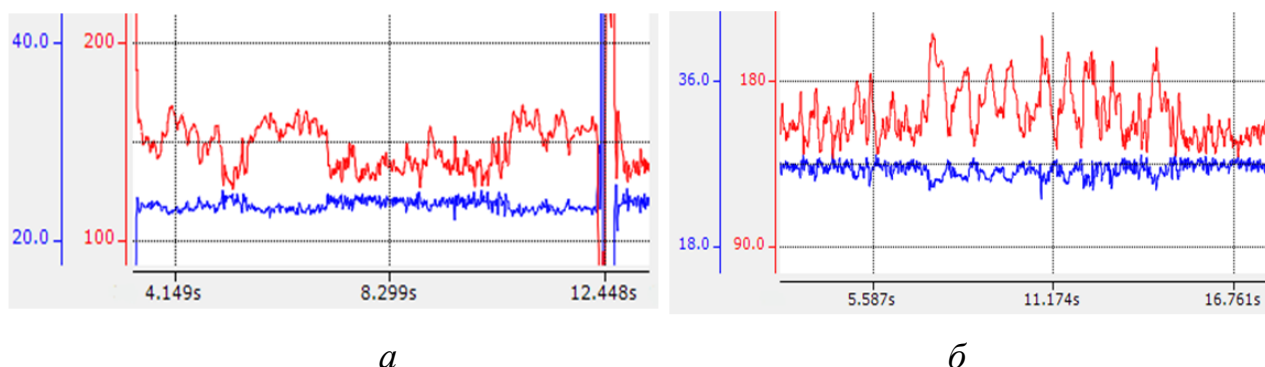


Рисунок 3. Осциллограммы токов и напряжений горения косвенной дуги: *a* – $V_{п} = 11$ м/мин; *б* – $V_{п} = 14$ м/мин

Отклонения капель от оси шва препятствуют получению удовлетворительного формирования слоя наплавленного металла. На рисунке 4 показан внешний вид образцов наплавки, выполненных на режимах, обеспечивающих капельный перенос металла.



Рисунок 4. Образцы наплавки: *a* – электроды расположены поперек шва, $V_{п} = 12$ м/мин, $I_{д} = 140$ А, $U_{д} = 20-22$ В, $V_{н} = 0,4$ м /мин; *б* – электроды расположены вдоль шва $V_{п} = 12$ м/мин, $I_{д} = 140$ А, $U_{д} = 20-22$ В, $V_{н} = 0,6$ м /мин

На рисунке 5 показаны кинокадры горения дуги в диапазоне скоростей подачи проволоки 16–20 м/мин. Установлено, что перенос электродного металла с катода и анода имеет различный характер. Струйный перенос с анода не обнаруживается. Анализ осциллограмм и кинокадров горения показал, что переход от мелкокапельного к струйному переносу с катода возможен при увеличении $I_{д}$ свыше 210–220 А.



а

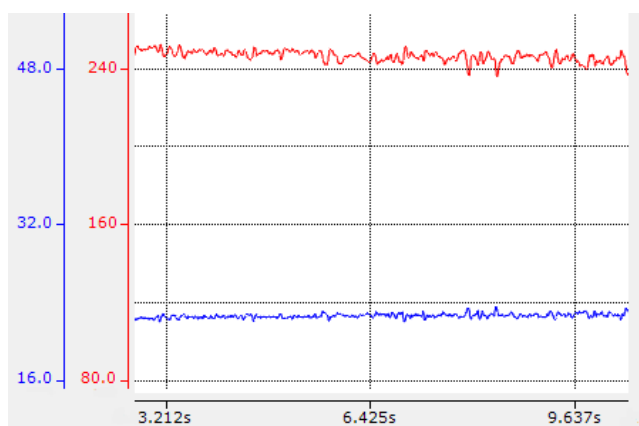
б

в

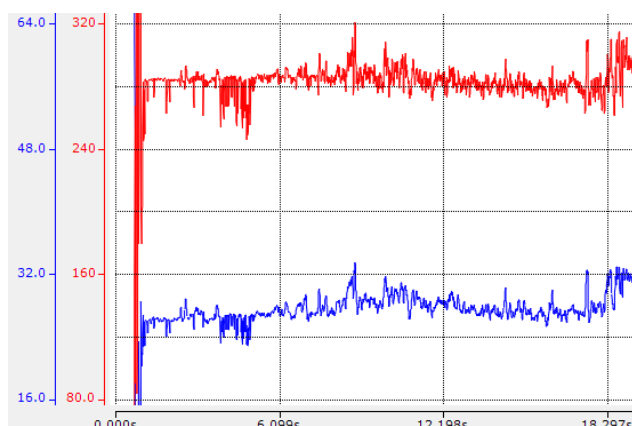
г

Рисунок 5. Кинокадры горения косвенной дуги при различных скоростях подачи проволоки: *а* – $V_{п} = 17$ м/мин; *б* – $V_{п} = 18$ м/мин; *в* – $V_{п} = 19$ м/мин; *г* – $V_{п} = 20$ м/мин

Типичные осциллограммы процесса показаны на рисунке 6.



а



б

Рисунок 6. Осциллограммы токов и напряжений горения косвенной дуги: *а* – $V_{п} = 18$ м/мин; *б* – $V_{п} = 20$ м/мин

Анализ кинокадров и осциллограмм горения косвенной дуги показал, что в диапазоне $V_{п} = 18$ – 19 м/мин существует область наиболее благоприятного переноса электродного металла (рисунок 4, *б*, *в*) при котором наблюдается струйный перенос с катода при отсутствии колебаний тока и напряжения косвенной дуги (рисунок 6, *а*). Также установлено, что увеличение $V_{п}$ свыше 19 м/мин приводит к снижению стабильности процесса горения и увеличению разбрызгивания электродного металла (рисунок 4, *г*), что также отражается на осциллограммах процесса (рисунок 6, *б*) в виде значительных колебаний тока и напряжения дуги.

В установленном диапазоне благоприятного переноса электродного металла: $V_{п} = 18\text{--}19$ м/мин, были проведены эксперименты по определению особенностей формирования наплавленного слоя. На рисунке 7 показан образец наплавки, выполненный на режимах, обеспечивающих наличие струйного переноса металла. Для определения производительности и коэффициента наплавки, фиксировали массу наплавленного слоя и время наплавки. По результатам расчетов, производительность способа составила 4,9 кг/ч, коэффициент наплавки – 20 г/Ач.

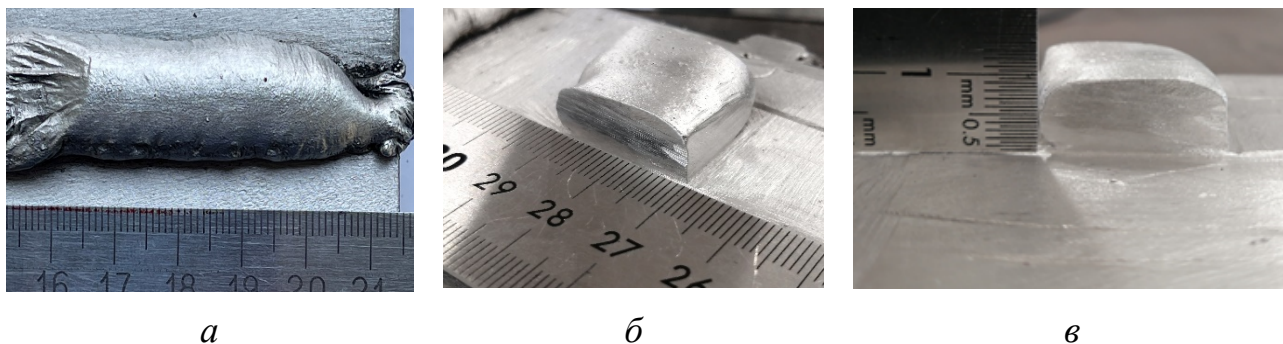


Рисунок 7. Образец наплавки, выполненный на режимах: $V_{п} = 18$ м/мин, $I_{д} = 245$ А, $U_{д} = 24\text{--}26$ В, $V_{н} = 0,4$ м /мин; а – внешний вид валика; б, в – участки поперечного сечения валика

В результате проведенной работы получены следующие результаты:

Установлены режимы устойчивого горения косвенной дуги постоянного тока при использовании двух плавящихся электродов из алюминиевых сплавов.

Определены типы переноса электродного металла при различных значениях скорости подачи электродов и режимы, обеспечивающие переход от мелкокапельного к струйному переносу электродного металла.

Определены режимы струйного переноса, обеспечивающие стабильный процесс горения косвенной дуги. В установленном диапазоне режимов получены образцы наплавки с удовлетворительным формированием валика.

Работа проводилась по государственному заданию Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (научная тема FSRZ-2020-0011)

Список литературы

1. Ленивкин В. А., Дюргеров Н. Г., Сагиров Х. Н. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах. Москва: Машиностроение, 1989. 264 с.
2. Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Москва: Машиностроение, 1974. 240 с.
3. Zhang Y. M., Jiang M., Lu W. Double electrodes improve GMAW heat input control // Welding Journal. 2004. 83 (11) P. 39–41.

4. Li K. H., Zhang Y. M. Consumable double-electrode GMAW. Part 1: The process // Welding Journal. 2008. Vol. 87 (1). 1. P. 11–17.
5. Li K. H., Zhang Y. M. Consumable double-electrode GMAW. Part II: Monitoring, modeling and control // Welding Journal. 2008. Vol. 87 (2). P. 44–50.
6. Полосков С. С., Ерофеев В. А., Шолохов М. А. Регулирование дугового взаимодействия между плавящимся электродом и дополнительной присадочной проволокой при наплавке (DE-GMAW) // Advanced Engineering Research. 2021. Т. 21, № 1. С. 62–70.

Об авторах

Безруких Андрей Алексеевич – аспирант, Политехнический институт, Сибирский федеральный университет (г. Красноярск, Россия). E-mail: Bezrukich_andrey@mail.ru

Довженко Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор, Политехнический институт, Сибирский федеральный университет (г. Красноярск, Россия). E-mail: n.dovzhenko@bk.ru

Сапожков Сергей Борисович – доктор технических наук, доцент, профессор, директор Политехнического института, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: ssb@novsu.ru

О рецензенте

Арендателева Светлана Ивановна – кандидат технических наук, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Svetlana.Arendateleva@novsu.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ ХРОМИСТОЙ БРОНЗЫ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ

Бусыгин С. Л.¹, Довженко Н. Н.¹, Токмин А. М.¹, Сапожков С. Б.²

¹Сибирский федеральный университет (г. Красноярск, Россия)

²Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)

E-mail: *politex_1999@bk.ru*, *ssb@novsu.ru*

IMPROVEMENT OF THE MANUFACTURING TECHNOLOGY OF CHROMIUM-BRONZE ELECTRODES FOR CONTACT WELDING OF REIN-FORCING RODS

Busygin S. L.¹, Dovzhenko N. N.¹, Tokmin A. M.¹, Sapozhkov S. B.²

¹Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia)

²Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

E-mail: *politex_1999@bk.ru*, *ssb@novsu.ru*

Аннотация. В статье рассмотрена новая интегрированная малоцикловая технология получения электродов из хромистой бронзы для контактной сварки арматуры. В рамках этой технологии описан способ получения медного расплава с добавкой легирующего элемента, состоящего из Cu-порошка и наночастиц хрома. Технология включает в себя совмещенный процесс литья и пластической деформации, за одну операцию позволяющий изготовить электрод контактной сварки типа D. Приведены результаты микроструктурного анализа образцов электродов, изготовленных по разным технологиям, объясняющие потерю их работоспособности. Все образцы электродов исследованы на электропроводность и механические свойства. Приведены результаты испытаний электродов контактной сварки, оценен их износ и причины выхода из строя.

Ключевые слова: *микроструктура; хромистая бронза; наноструктурирование; электроды для контактной сварки; сварка арматуры.*

Abstract. The article discusses a new integrated low-cycle technology for producing electrodes from chromium bronze for contact welding of fittings. Within the framework of this technology, a method for producing a copper melt with the addition of an alloying element consisting of Cu powder and nano-chromium particles is described. The technology includes a combined casting process and plastic deformation, which in one operation makes it possible to produce a type D contact welding electrode. The results of microstructural analysis of electrode samples manufactured using different technologies are presented, explaining the loss of their operability. All electrode samples were examined for electrical conductivity and mechanical properties. The results of tests of contact welding electrodes are given, their wear and the reasons for failure are estimated.

Keywords: *microstructure; chrome bronze; nanostructuring; electrodes for contact welding; reinforcement welding.*

Введение. Контактную сварку широко применяют при сборке арматурных каркасов изделий из железобетона и армирующих сеток. Эффект нагрева соединяемых деталей в зоне контакта до температуры плавления без присадочных материалов – это основа технологии контактной сварки. Более высокое электросопротивление на границе соединяемых изделий – это необходимое условие для осуществления процесса контактной сварки.

Электроды контактной сварки являются специальным инструментом, осуществляющим процесс формирования сварного соединения [1, 2] и продолжением силового электрического контура машины. Функции электродов в процессе эксплуатации: сжатие и передача давления на детали, подвод электрического тока и отвод тепла из зоны сварки.

Среди электрических проводниковых материалов на основе медных сплавов с высокой прочностью и высокой электропроводностью (high strength and high electrical conductivity – HSHC) [3] выделяется группа хромовых бронз с содержанием 0,4–1 мас.% хрома. Эти бронзы являются дисперсионно-твердеющими сплавами и после термической или термомеханической обработки, включающей закалку и старение, имеют повышенные значения твердости, предела текучести, износостойкости, циклической долговечности и работоспособности при достаточно высоких температурах эксплуатации. Это и обусловило применение хромовых бронз для изготовления электродов контактной сварки, работающих в тяжелых условиях циклических нагрузок и термических циклов нагрев-охлаждение.

В промышленности широко используют технологии получения специального сменного инструмента для контактной сварки: литьем, холодным прессованием, высокоскоростной штамповкой, токарной обработкой проката. Однако традиционные технологии производства имеют длительный технологический цикл, сложный процесс и низкую гибкость. Электроды, получаемые по этим технологиям при контактной сварке арматуры, имеют низкую стойкость, так как сминаются (рисунок 1, *a*), сильно изнашиваются в результате массопереноса на рабочую поверхность (рисунок 1, *b*) и откалываются (рисунок 1, *c*).

Учитывая эти данные, сформулирована цель работы – исследование влияния новой малоцикловой интегрированной технологии и традиционных видов производства электродов для контактной сварки типа D из хромистой бронзы на их структурные изменения, механические и электропроводные свойства.



Рисунок 1. Изношенные электроды по причине: *a* – смятия; *b* – износа и массопереноса; *c* – откалывания

Методика проведения экспериментов. Для исследований используем сплав С81300 – С82800 [4] типа Cu – 1,0% Cr – 0,05% Р (мас. %), получаемый разными технологиями:

1) Способ выплавки (таблица 1, образцы 1–4), заключающийся в получении лигатуры Cu-Cr и медного сплава в промышленных условиях в виде проката и изготовление электродов для контактной сварки типа D: литьем, холодным прессованием, высокоскоростной штамповкой, токарной обработкой.

2) Способ выплавки (таблица 1, образец 5), заключающийся в получении лигатуры в виде таблетки Cu-Cr, из Cu-порошка с наночастицами Cr, добавление её в расплав меди, заливку в матрицу с последующей пластической деформацией и получением готового электрода контактной сварки типа D.

По второму способу выплавки, методика проведения исследований включала приготовление медного расплава из отходов лома типа А 1/1 ГОСТ 54564-2011. В индукционную печь помещали 1 кг лома. Под слоем древесного угля производили плавку, частота печи 44 кГц. В медный расплав вводили 0,5 мас. % раскислителя в виде лигатуры МФ 9 ГОСТ 4515-93 и легирующий элемент в виде таблетки, состоящей из Cu-порошка 0,83 мас. % марки ПМС-1 ГОСТ 4960–2017 и 0,17 мас. % наночастиц Cr X99 ГОСТ 5905–2004. Легирующий элемент получали холодным прессованием, плотность получаемой таблетки 6,30 г/см³, масса 120 гр.

Равномерное перемешивание жидкого металла в тигле индукционной печи достигалось частотной модуляцией тока в переменном электромагнитном поле в интервале 35–40 Гц [5].

Технология получения электродов состояла из операций (рисунок 2):

- расплавленный металл заливали в технологическую оснастку с матрицей, нагретой до 420–450 °С (рисунок 2, *a*);
- штамповка пуансоном с усилием 950–980 кН канала охлаждения с формированием конечной формы электрода (рисунок 2, *b*);
- выталкивание готового электрода в отсек охлаждения с проточной водой.

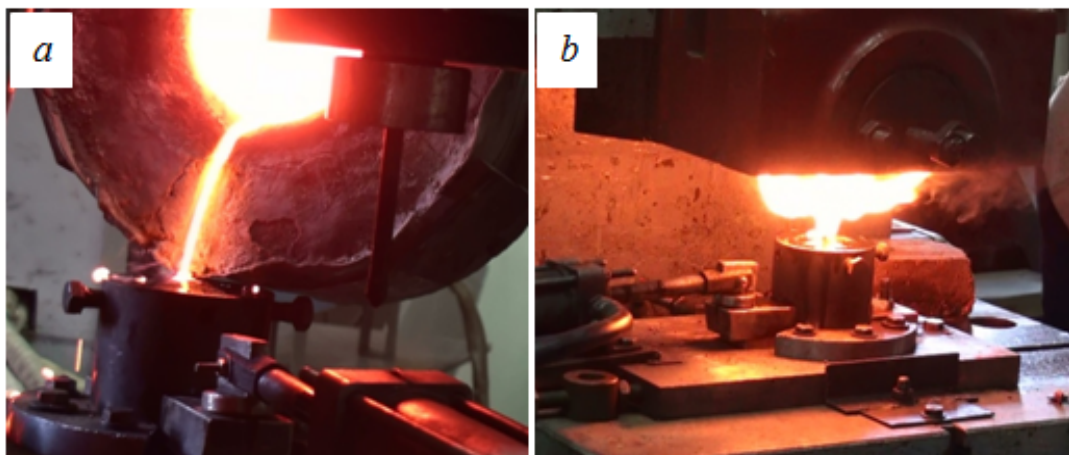


Рисунок 2. Технологический процесс получения электродов: *a* – заливка в матрицу технологической оснастки; *b* – штамповка

Таблица 1. Образцы электродов (рисунок 3) типа D ГОСТ ISO 15609-5-2020 для исследований

Образцы	Способ получения образцов
1	1 способ – литье
2	1 способ – токарная обработка
3	1 способ – высокоскоростная штамповка
4	1 способ – холодное прессование с термообработкой
5	2 способ – с термообработкой

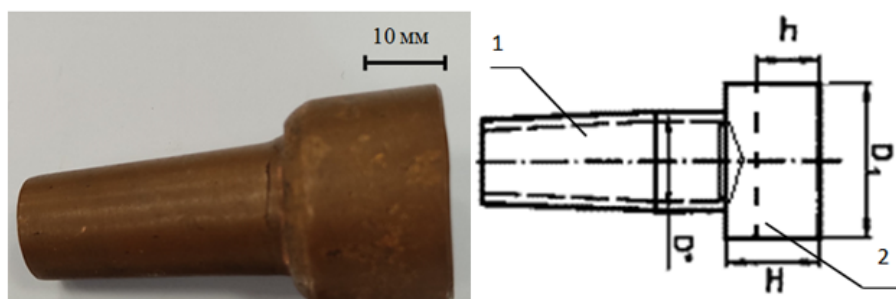


Рисунок 3. Электрод для контактной сварки типа D: 1 – посадочная часть, 2 – рабочая часть

Состаривали образцы электродов в муфельной печи СНОЛ-1.62.5.1/11-ИЗ $T=450^{\circ}\text{C}$ в течение 4 часов.

Электропроводность измеряли на микроомметре Ф4104-М1.

Травление шлифов для анализа микроструктуры производили в растворе 50 мл- $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 2,5 гр.- FeCl_3 . Микроструктуру исследовали на микроскопе модели Carl Zeiss Axio Observer MAT.

Измерение твердости выполняли на твердомере ТР 5014. Измерение микротвердости – на микротвердомере ПМТ-3.

Испытывали электроды на машине контактной сварки МПТУ-300. В таблице 2 приведены режимы сварки арматурных стержней.

Таблица 2. Режимы сварки арматурных стержней $\text{Ø}10+40$ мм из стали 35ГС

Усилие на электродах, кН	Сварочный ток, кА	Темп сварки, т/мин	Время сварки, с	Осадка стержней	Расход охлаждающей воды, л/мин
5,8	23,6	30	0,25–0,72	0,45–0,6	12

Результаты экспериментов и их обсуждение. Показатели твердости, удельной электропроводности и микротвердости от количества сварных соединений показаны на рисунке 4.

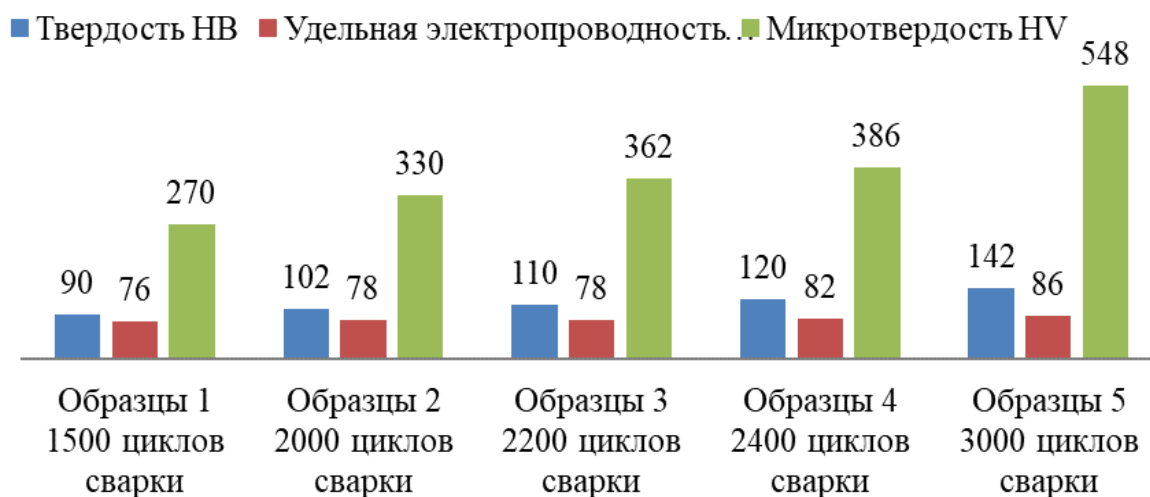


Рисунок 4. Показатели твердости, удельной электропроводности и микротвердости от количества сварных соединений

Образцы электродов 1 (таблица 1), на испытаниях произвели ~1500 соединений, имея твердость 90 HV, микротвердость 270 HV и электропроводность 76% IACS (рисунок 4). Микроструктура имеет дендритное

строение, ветви дендритов различной протяженности, из-за замедленной скорости охлаждения (рисунок 5, *a*). Междендритные участки значительной толщины, что приводит к снижению стойкости и потере рабочей формы электродов в процессе эксплуатации (рисунок 6, *a, b*).

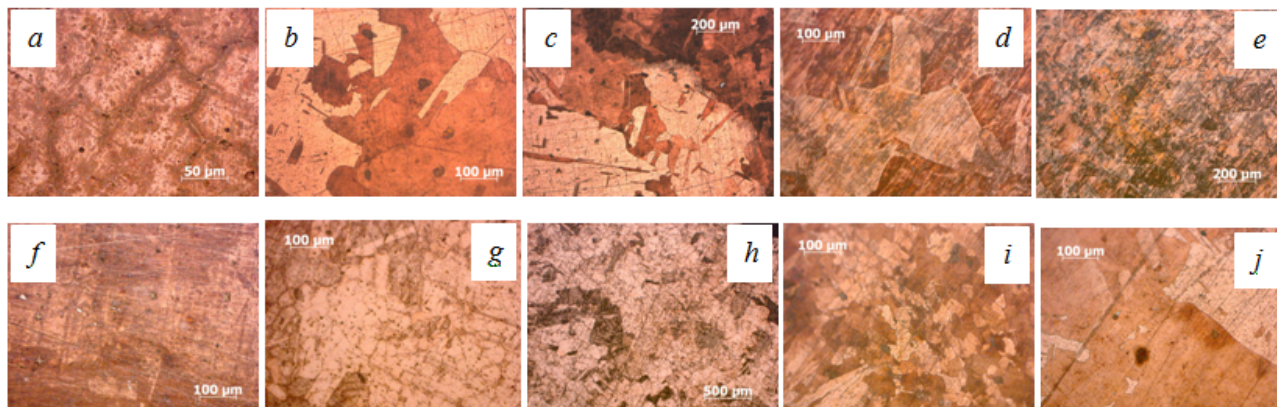


Рисунок 5. Микроструктуры электродов: *a, b* – образцы 1; *c, d* – образцы 2; *e, f* – образцы 3; *g, h* – образцы 4; *i, j* – образцы 5

Образцы электродов 2 (таблица 1) на испытаниях произвели ~2000 соединений, имея твердость 102 НВ, микротвердость 330 НВ и электропроводность 78% IACS (рисунок 4). Микроструктура с характерным строением равновесного состояния бронзы. Рекристаллизация в процессе получения проката в производственных условиях вызвала разноструктурность (рисунок 5, *b, c*). Электроды сохраняют форму лучше, но рабочая часть не изнашивается на полную длину *h* (рисунок 3), так как не обладает приемлемой твердостью и износостойкостью. Электроды преждевременно вышли из строя (рисунок 6, *c, d*).

Образцы электродов 3 (таблица 1), на испытаниях произвели ~2200 соединений, имея твердость 110 НВ, микротвердость 362 НВ и электропроводность 78% IACS (рисунок 4). Равноосное полиэдрическое строение зерен микроструктуры (рисунок 5, *d, e*), вызвано технологией высокоскоростной штамповки электродов их прутка. Стойкость электродов выше, чем у образцов 1 и 2, но происходит откалывание рабочей части электрода, а это снижает срок эксплуатации (рисунок 6, *e, f*).

Образцы электродов 4 (таблица 1), изнашиваются почти на всю длину *h* (рисунок 3) совершая ~2400 соединений, имея твердость 120 НВ, микротвердость 386 НВ и электропроводность 82% IACS (рисунок 4). Микроструктура однородного строения с присутствием малого числа включений (рисунок 5, *f*). После термообработки (старение) повышается

прочность и твердость сплава из-за выделения интерметаллидов Cu-Cr, что уменьшает легированность твердого раствора и сопровождается небольшим повышением электропроводности. Электроды имеют хорошую стойкость и эксплуатационные характеристики (рисунок 6, *g, h*).

Образцы электродов 5 (таблица 1) изнашиваются на всю длину *h* (рисунок 3) совершая ~3000 соединений, имея твердость 142 НВ, микротвердость 548 НВ и электропроводность 86% IACS (рисунок 4). Строение микроструктуры неоднородное, видны участки с дендритным строением – это характерно для литых структур (рисунок 5, *g, h*). Наблюдаются мелкие зерна с равноосным строением на отдельных участках шлифа со следами пластической деформации (рисунок 5, *i*) и крупные равноосные зерна (рисунок 5, *j*). Различие в строении обусловлено технологией получения образца, которая объединяет процессы литья и пластической деформации. Охлаждение участков электрода происходит в разных условиях, поэтому на некоторых участках проходят процессы рекристаллизации, а это ведет к формированию равноосных зерен, со значительными различиями в размерах. Надо учитывать, что при деформации раскалываются зерна и формируется текстура деформации, а быстрое охлаждение мешает протеканию вторичной рекристаллизации на определенных участках (рисунок 5, *i*). По предлагаемой технологии получения электрода происходит совмещенный цикл процессов литья, пластической деформации и закалки. В процессе такого воздействия формируется неоднородная структура [6], в которой проявляется анизотропия свойств на разных участках электрода. Последующая термообработка – это операция старения для повышения механических свойств. После операции старения наблюдается повышение твердости и удельной электропроводности из-за выделения дисперсной интерметаллидной фазы Cu-Cr (рисунок 4). Удельная электропроводность образцов электродов 5 выше, чем у образцов 1–4. Объяснение этому – особенное строение микроструктуры и фазового состава сплава электрода. Полный износ рабочей части электрода с сохраненной формой представлен на рисунке 6, *i, j*.

Испытания образцов электродов в производственных условиях, при сварке арматуры Ø10+40 мм в крест из стали 35ГС на оптимальных режимах сварки (таблица 2), определили основные критерии потери работоспособности. Образцы отработанных электродов показаны на рисунке 6. График зависимости степени смятия и износа рабочей части электродов от количества сварных контактов представлен на рисунке 7.



Рисунок 6. Отработанные электроды: *a, b* – образцы 1; *c, d* – образцы 2; *e, f* – образцы 3; *g, h* – образцы 4; *i, j* – образцы 5

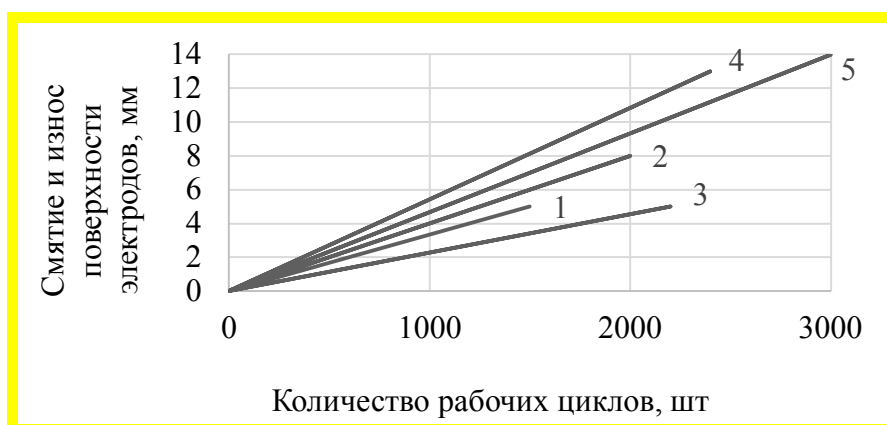


Рисунок 7. График зависимости степени смятия и износа рабочей части электродов от количества сварных контактов: 1 – образцы 1; 2 – образцы 2; 3 – образцы 3; 4 – образцы 4; 5 – образцы 5

Выводы.

1. Разработана новая интегрированная малоцикловая технология совмещенного процесса литья и пластической деформации, позволяющая получить электрод контактной сварки типа D за одну операцию.

2. Повышение эксплуатационных характеристик электродов контактной сварки достигается применением способа приготовления расплава, легированного элементом в виде таблетки Cu-Cr, состоящей из 0,83 мас. % Cu-порошка марки ПМС-1 и 0,17 мас. % наночастиц хрома Х99, а также влиянием технологии изготовления электрода.

3. Исследование микроструктуры образцов электродов из сплава С81300–С82800, изготовленных разными технологиями, дали возможность установить следующее:

– микроструктуру определяет способ изготовления электродов;
– оптимальная микроструктура формируется при применении совмещенной технологии литья и пластической деформации с обязательной термообработкой.

Работа проводилась по государственному заданию Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (научная тема FSRZ-2020–0011)

Список литературы

1. Chapman D. Copper in Electrical Contacts. Copper Development Association and European Copper Institute. 2015. 21 p.
2. Ján Viňáš, Ľuboš Kaščák and Milan Ábel. Analysis of Materials for Resistance Spot Welding Electrodes // Strojarstvo. 2012. 54 (5). P. 393–397.
3. Wang W., Zhu J., Qin N., Zhang Y., Li S., Xiao Z., Lei Q., Li Z. Effects of minor rare earths on the microstructure and properties of Cu-Cr-Zr alloy // Journal of Alloys and Compounds. 2020. No. 847. Art. no. 155762. DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.155762
4. Unified numbering system (UNS) for Copper and Copper Alloys. URL: <https://unscopperalloys.org/> (дата обращения: 28.07.2022).
5. Busygin S. L., Tokmin A. M., Dementeva I. S., Kazakov V. S. The Heating Process in an Induction Crucible Furnace and the Technology of Chromium Bronze Smelting in Order to Obtain Resistance Welding Electrodes // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2018. 11 (2). P. 148–154. DOI: 10.17516/1999-494X-0018
6. Jing He, Zhi Zeng, Huabing Li, Shuai Wang. The microstructure and mechanical properties of copper in electrically assisted tension // Materials and Design. 2020. Iss. 196. Art. no. 109171. DOI: 10.1016/j.matdes.2020.109171

Об авторах

Бусыгин Сергей Леонидович – аспирант, Политехнический институт, Сибирский федеральный университет (г. Красноярск, Россия). E-mail: politex_1999@bk.ru

Довженко Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор, Политехнический институт, Сибирский федеральный университет (г. Красноярск, Россия). E-mail: n.dovzhenko@bk.ru

Токмин Александр Михайлович – кандидат технических наук, профессор, Политехнический институт, Сибирский федеральный университет (г. Красноярск, Россия). E-mail: tam550@yandex.ru

Сапожков Сергей Борисович – доктор технических наук, доцент, профессор, директор Политехнического института, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: ssb@novsu.ru

О рецензенте

Арендателева Светлана Ивановна – кандидат технических наук, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Svetlana.Arendateleva@novsu.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ В РАСЧЕТАХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

**Николаев Д. И., Вареник К. А., Вареник А. С., Храмов Д. Д., Петров М. Ю.,
Кириллов А. В., Чамеев А. С.**

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: vkirillv89@mail.ru

APPLICATION OF A DIGITAL BUILDING INFORMATION MODEL IN ENERGY EFFICIENCY CALCULATIONS

**Nikolaev D. I., Varenik K. A., Varenik A. S., Khramov D. D., Petrov M. Yu.,
Kirillov A. V., Chameev A. S.**

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: vkirillv89@mail.ru

Аннотация. В настоящее время широко применяются новые подходы к проектированию зданий. Одним из основных инновационных трендов является технология энергомоделирования. В результате исследования создана цифровая информационная модель здания, содержащая данные о фактических размерах и конструктивных решениях, инженерном оборудовании и источниках энергообеспечения. Проведено исследование вариантов группировки помещений по функциональному назначению и параметрам микроклимата. Установлены и настроены инженерное оборудование и источники энергии. Разработан алгоритм настройки параметров модели для дальнейшего экспорта в расчетную программу. Проведено исследование графика работы здания, количества людей, характеристик установленного оборудования и других параметров. После разработки энергетической модели объекта, основанной на её цифровой информационной модели, будет производиться расчет энергоэффективности, с помощью которого появится возможность создать набор базовых решений с различными физическими и геометрическими параметрами инженерных систем. Прогноз стоимости годовой эксплуатации здания, напряжений и нагрузок, создаваемых на оборудование и сети, а также параметры микроклимата и комфортного пребывания людей в помещении будет сформирован для каждого помещения.

Ключевые слова: *оценка энергоэффективности; источники энергообеспечения; цифровая информационная модель; тепловые расчеты; программный комплекс.*

Abstract. Currently, new approaches to building design are widely used. One of the main innovative trends is the technology of building energy modeling. As a result of the study, a digital information model of the building was created, containing data on the actual dimensions and design solutions, engineering equipment and sources of energy supply. A study was made of options for grouping rooms according to their functional purpose and microclimate parameters. Installed and configured engineering equipment and energy sources. An algorithm for setting the model parameters for further export to the calculation program has been developed. A study was made of

the schedule of the building, the number of people, the characteristics of the installed equipment and other parameters. After the development of an energy model of an object based on its digital information model, an energy efficiency calculation will be carried out, with the help of which it will be possible to create a set of basic solutions with various physical and geometric parameters of engineering systems. A forecast of the cost of the annual operation of the building, stresses and loads created on equipment and networks, as well as parameters of the microclimate and comfortable stay of people in the room will be formed for each room.

Keywords: *energy efficiency assessment; energy supply sources; digital information model; thermal calculations; software package.*

Введение. Энергомоделирование является полноценным инженерным направлением и выступает в качестве отдельного аспекта проектирования в большинстве западных государствах. В нашей стране данное направление моделирования только набирает свою актуальность, поэтому квалифицированным владением технологией BIM обладают незначительное число проектных институтов. Принимаются законы и постановления, направленные на повышение энергосбережения.

На этапе внедрения этой технологии очень важно разработать методику, благодаря которой удалось бы соединить наработки использования информационного моделирования зданий и интегрировать их в расчет энергоэффективности. Тем самым значительно ускорив весь процесс и улучшив качество полученных результатов. Быстрое развитие энергоэффективности в России вызывает тенденцию внедрения энергоэффективных решений уже в эксплуатирующиеся здания и сооружения [1].

Данные о сроках окупаемости инвестиций и ежегодной экономии будут передаваться инвестору. Ещё на этапе технико-экономических и инвестиционных обоснований разработка BIM модели даст возможность проанализировать продуктивность проектных решений и подготовить совокупность мероприятий для повышения энергоэффективности [2].

В отличие от существующих способов расчета энергоэффективности зданий, предложенная методика позволит учитывать максимальное количество параметров в единой цифровой информационной модели. Модель позволяет оценить в режиме реального времени степень влияния каждого из параметров на общие показатели энергоэффективности здания.

Объект исследования. В качестве объекта исследования было выбрано здание 4 корпуса Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. Актуальность выбора данного здания объясняет долгий срок эксплуатации (здание построено в середине 70-х годов XX века) и планируемые ремонтные работы фасадных систем. Программным комплексом был принят Autodesk REVIT.

Для работы была создана трехмерная параметрическая информационная модель здания. Объект представляет собой общественное четырехэтажное здание, прямоугольное в плане, размеры в осях 108×15 м, высота 14,91 м. Район строительства – город Великий Новгород.

В результате анализа было выявлено следующее несоответствие актуальным нормам – фасады здания не соответствуют современным теплотехническим требованиям СП 50.13330.2012 [3], коэффициент термического сопротивления стал в 3 раза выше, чем во время постройки здания. Высокая актуальность этой проблемы объясняется тем фактом, что таким критериям в нашей стране на данный момент не соответствуют 99% панельных и более 90% зданий с вентилируемым фасадом.

Разработка информационной цифровой модели. Разработка BIM модели состояла из трех этапов.

Первый этап заключается в подготовке трехмерной модели объекта со всеми его видами, а именно планы несущих конструкций, планы этажа/потолков, планы зонирования, разрезы, которые являются частью раздела архитектурные решения. В программу вносятся все необходимые данные о модели, которая рассчитывает требуемые параметры конструкций объекта. Все необходимые чертежи и спецификации составляет программа. План расположения несущих стен представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. План расположения несущих стен

В ходе проведенного исследования были разработаны семейства дверей и окон, настроено их проектное положение. Проектное положение окон и дверей показано на рисунке 2.



Рисунок 2. Проектное положение окон и дверей

На втором этапе на основе результатов полученных данных в информационную модель вносятся инженерные сети и оборудование, а также их функциональные параметры.

На третьем этапе настраиваются информационные данные о материалах, используемых в конструкциях проекта, их физические, механические и геометрические параметры.

Разработанная модель может быть использована при эксплуатации объекта для контроля оборудования и инженерных коммуникаций, а также для определения характеристик, нужных для замены неисправных элементов. Разработка цифровой информационной модели требуется для создания аналитической модели энергопотребления, которая будет экспортироваться в расчетную программу. Модель представлена на рисунке 3.

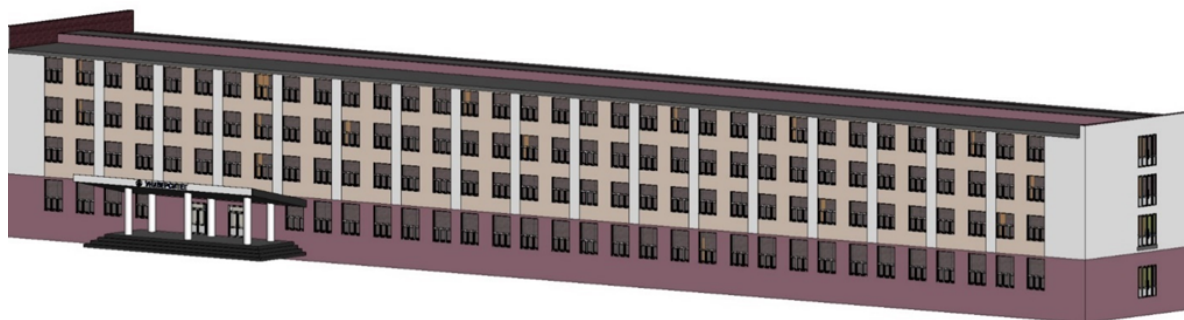


Рисунок 3. Цифровая информационная модель 4-го корпуса НовГУ

Группировка помещений по функциональному назначению и параметрам микроклимата, установка и настройка инженерного оборудования. Деление по функциональному назначению нужно для определения микроклимата помещений. В модели помещения разделены на категории по ГОСТ 30494–2011 [4] и сделаны спецификации помещений. Например, разделение на 2 этаже показано на рисунке 4:

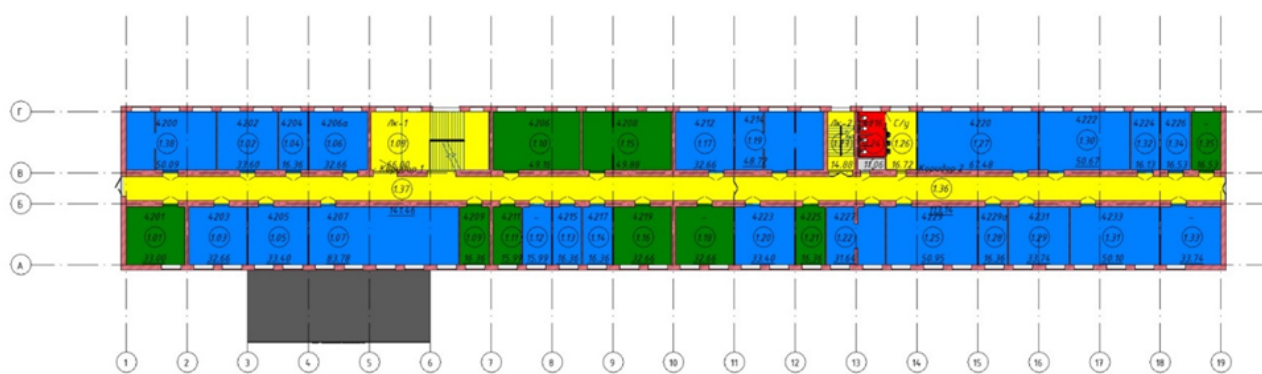


Рисунок 4. Разделение на категории помещений 2-го этажа

Далее были созданы и настроены системы вентиляции, водоснабжения и канализации, электроснабжения. В ходе данной работы использовались как готовые семейства инженерных систем и оборудования, так созданные самостоятельно. Все полученные элементы по характеристикам полностью соответствуют реальным, находящимся в здании корпуса.

Внедрение цифровой модели здания в программу для оценки энергоэффективности. Сначала была создана аналитическая модель энергопотребления здания в программном комплексе AUTODESK REVIT. Экспорт файла в формат gbMXL при создании файла происходит с использованием параметров энергопотребления и объемов помещений/пространств. Далее осуществлялось внедрение аналитической модели энергопотребления в программный комплекс IES VE.

Также было задано местоположение и климатические условия с помощью навигатора проекта. Актуализированная модель на данном этапе показана на рисунке 5.

Далее было проведено исследование графика работы здания, количества людей, характеристик установленного оборудования и других параметров.

Был проведен анализ графика работы различных помещений в здании с учетом выходных дней, праздников, количества людей. Заданы периоды отопления здания. Был проведен анализ освещенности помещений, температуры и влажности воздуха, а также были изучены данные об инженерном оборудовании, количестве радиаторов и потребляемая ими мощность. Таким образом, в цифровую модель здания внесена вся информация и настроены все параметры, требующиеся для дальнейших корректных расчетов.

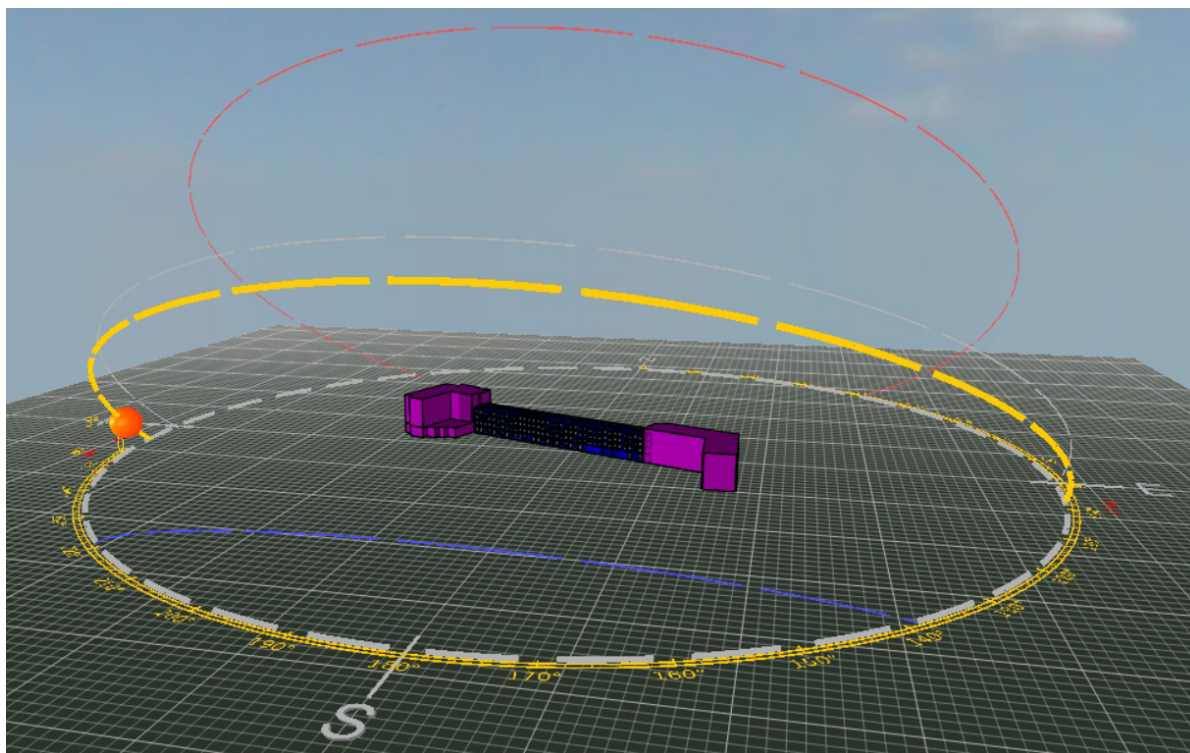


Рисунок 5. Задание местоположения и климатических условий для цифровой модели здания

Заключение. Создана цифровая информационная модель здания НовГУ, содержащая данные о фактических размерах и конструктивных решениях. В модель внесены данные об инженерном оборудовании и источниках энергообеспечения. Разработан алгоритм настройки параметров цифровой информационной модели для дальнейшего экспорта в расчетную программу.

Проведено внедрение трехмерной цифровой модели в программу для оценки энергоэффективности; задание местоположения и климатических условий местности; исследование графика работы здания, количества людей, характеристик установленного оборудования и других параметров.

В дальнейших исследованиях планируется произведение расчета энергопотребления, энергозатрат и оценка энергоэффективности, создание методики по оценке энергоэффективности здания на основе его цифровой информационной модели, а также испытание методики на зданиях различного назначения.

Список литературы

1. Герасимов Н. А. Моделирование энергопотребления зданий – краеугольный камень зеленого проектирования для инженеров // Энергосбережение. 2014. № 4. С. 28–33.
2. Dimitrov A. Energy Modeling and Computation in the Building Envelope. CRC Press, 2015. 332 p.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Москва, 2012. 100 с.

4. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. Москва: Стандартинформ, 2019. 16 с.

Об авторах

Николаев Даниил Игоревич – инженер, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s243077@std.novsu.ru

Вареник Кирилл Александрович – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: vkirillv89@mail.ru

Вареник Александр Станиславович – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Alexandr.Varenik@novsu.ru

Храмов Данислав Дмитриевич – инженер, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s229398@std.novsu.ru

Петров Михаил Юрьевич – старший преподаватель, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Mihail.Petrov@novsu.ru

Кириллов Алексей Васильевич – старший преподаватель, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Aleksey.Kirillov@novsu.ru

Чамеев Александр Сергеевич – техник, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s244313@std.novsu.ru

О рецензенте

Арендателев Игорь Гурьевич – кандидат технических наук, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Igor.Arendatelev@novsu.ru

РОЛЬ СУПЕРГРАФИКИ КАК ЧАСТИ БРЕНДА ТЕРРИТОРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ИДЕНТИЧНОСТИ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ

Новикова Я. В.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *Yana.Novikova@novsu.ru*

THE ROLE OF SUPERGRAPHICS AS A PART OF THE TERRITORY BRAND IN FORMING THE IDENTITY OF URBAN SPACES

Novikova Ya. V.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *Yana.Novikova@novsu.ru*

Аннотация. В современном мире большое внимание уделяется идентичности отдельно взятых городских пространств и города в целом, что позволяет раскрыть их своеобразие, туристический потенциал, в том числе и за счет брендинга территорий. Цель данной работы заключается в анализе визуальных образов как части бренда территории, их роли в вопросах идентичности городских пространств, а также в раскрытии их возможностей на примере суперграфических изображений города Великого Новгорода и некоторых его областных центров. В результате исследования выявляются как положительные стороны использования суперграфики в городской среде, влияющие на идентичность городских пространств, так и некоторые проблемные моменты, имеющие значение для дальнейшей работы в направлении брендинга городских территорий.

Ключевые слова: *суперграфика; брендинг территорий; бренд города; идентичность города; идентичность городских территорий.*

Abstract. Today, much attention is paid to the identity of individual urban spaces and the city, which allows us to reveal its uniqueness, tourist potential, including through the branding of territories. The purpose of the work was to analyze visual images as part of the brand of the territory, their role in the identity of urban spaces, to reveal their capabilities using the example of supergraphics Veliky Novgorod and its regional centers. As a result, both the positive aspects of the use of supergraphics in the urban environment, affecting the identity of urban spaces, and some problematic issues that are important for further work in the direction of branding urban areas, were identified.

Keywords: *supergraphics; branding of urban areas; identity of territories in the city.*

Идентичность города – это представления человека о городе с точки зрения его специфики, уникальных качеств, сходств и различий с другими городами; это чувства и эмоции, которые испытывают жители по отношению к своему городу [1–4]. Идентичность города как места проживания, культурного и архитектурно-исторического наследия является определяющей при

планировании его развития [5]. Потенциал идентичности города и его пространств, по мнению большинства специалистов, раскрывается через способности города выступать в качестве некоего символа, формировать его узнаваемость во внешней среде, поддерживать «дух места». Вполне логично, что для достижения этих целей нужен определенный инструмент, набор приемов и методов по организации, планированию, трансформации существующей городской среды к своеобразие. Одним из таких инструментов является брендинг территорий, основная цель которого напрямую связана с идентичностью города: направленное формирование положительного образа или имиджа территории у коренного населения, туристов, инвесторов и мировой общественности [6]. В рамках брендинга идентичность города формируется исходя из мнения местного населения, из его восприятия извне; выражается через трансляцию ценностей и традиций, запоминающиеся образы, которые соотносятся с данной местностью. Брендинг территорий включает в себя несколько этапов, одним из которых является разработка визуальной символики (фирменный стиль или его элементы – логотип и слоган, иная визуальная информация) и ее гармоничное использование в городской среде.

Следуя логике определения термина «символ», мы можем утверждать, что применительно к городской среде визуальные символы – это некие знаки или образы, которые используются для передачи сообщения без устных или письменных слов [7, 8], т. е. за счет графических или художественных средств, одним из которых может выступать суперграфика. Нет сомнений, что понятие суперграфики, применительно к современной реальности, включает в себя целый ряд аспектов [8–11], однако в рамках данной работы, опираясь на основные функциональные возможности суперграфики, мы будем рассматривать её как средство художественной выразительности в архитектурно-дизайнерской среде и как продукт художественной деятельности, т. е. визуальный образ.

Суперграфика как средство художественной выразительности архитектурной формы несет идейную нагрузку, выступает пространственной и смысловой доминантой территории, исполняя при этом функцию цветового пятна или информационного акцента в городской среде. Суперграфика же как продукт художественной деятельности представляет собой законченное художественное произведение или визуальный образ, «наложенный» на объект, при этом изображение может нести определенную смысловую нагрузку или не иметь ее в зависимости от сюжета изображаемого или от концептуального решения [8–11]. В контексте рассматриваемой темы, визуальные образы, в том

числе выполненные средствами суперграфики, должны быть подчинены общему концептуальному замыслу и логике разработанного бренда территории, поскольку являются частью визуальной символики. Так мы получим целостный образ города, который позволит наилучшим образом сформировать его идентичность.

Рассмотрим подробнее применение суперграфики с точки зрения бренда территории и ее влияние на идентичность города и городских пространств на примере Великого Новгорода и некоторых его областных центров.

В последнее десятилетие на территории Великого Новгорода и области действует ряд федеральных, областных и муниципальных программ, призванных повысить туристическую привлекательность городов и сформировать современную комфортную городскую среду, а вместе с тем и идентичность города не только в глазах туристов, но и его жителей. В результате реализации данных программ, опирающихся в том числе и на социологические исследования [12, 13], был сформирован реестр региональных, муниципальных и территориальных брендов Великого Новгорода и области [14]. Так, в результате работы были определены слоганы Великого Новгорода и его областных центров («Великий Новгород – Родина России!», «Старая Русса – город Достоевского», «Поддорье – живая земля», «Окуловский край – Страна Див» и др.). В качестве визуальных носителей бренда территории были выбраны изображения известных исторических личностей, чья биография связана с новгородским краем (Александр Невский, Ярослав Мудрый, Рюрик, С. В. Рахманинов, Ф. М. Достоевский и др.), а также герои легенд и сказаний (Садко, мальчик Онфим, купец Готтлоб, рыба – золотое перо и др.). Стоит отметить, что помимо одушевленных персонажей в качестве визуальных образов, которые отражают идентичность Великого Новгорода, горожане называли и такие архитектурные объекты как Кремль, собор Святой Софии, памятник Тысячелетия России.

Воплощение визуальных образов осуществлялось в том числе и при помощи суперграфических изображений, которые были выполнены на территории городских пространств Великого Новгорода и областных центров (Старая Русса, Валдай, Окуловка, Чудово, Боровичи и др.) в рамках фестиваля уличного искусства «Страницы истории». Согласно положению фестиваля к тематике изображений предъявлялся ряд требований, среди которых можно выявить и те, которые соотносятся с реестром и общей концепцией бренда Великого Новгорода и его областных центров: (1) Изображение эпизодов истории, связанных с городом; (2) Изображение исторических личностей,

государственных деятелей, деятелей искусства и литературы, героев Великой Отечественной войны, прославивших город; (3) Изображения символов, отражающих дух истории/современности города; (4) Изображения персонажей и сюжетов произведений искусства (литературы, музыки, живописи, архитектуры), связанных с городом; (5) Изображения природных особенностей территории, обитателей местной флоры и фауны [15].

Так, глухие фасады домов Великого Новгорода украсили изображения исторических личностей Александра Невского, Ярослава Мудрого, С. В. Рахманинова, Н. Н. Миклухо-Маклая, в Старой Руссе появился портрет Ф. М. Достоевского, а в Боровичах – портрет Екатерины Великой. В качестве визуальных образов также были использованы персонажи легенд и сказаний, архитектурные объекты: Садко, Памятник Тысячелетия России, Лады, рыба – золотое перо, несущая на себе церковь (Великий Новгород), кузнец Валда и Валдайские колокольчики (Валдай), герои произведений Ф. М. Достоевского (Старая Русса) и т. д.

Бесспорно, применение в городском пространстве суперграфики несет свои плюсы, среди которых можно выделить: формирование собственного городского образа и его своеобразия; улучшение визуальных качеств среды, что оказывает гармоничное влияние на эмоциональное состояние жителей и туристов; улучшение визуальной навигации в среде за счет создания акцентных доминант, визуальных ориентиров, информативных пунктов городских маршрутов и т. д. Однако, с другой стороны, анализируя мнения членов градостроительного совета города Великий Новгород, независимых архитекторов и дизайнеров городской среды, художников-монументалистов, а также мнения горожан, можно выявить и ряд проблемных моментов, связанных с применением суперграфики.

Во-первых, открытым остается вопрос о целесообразности размещения современных изображений, пусть и с историческим сюжетом, соотносимым с реестром брендов, в пределах территории Окольного вала, что, по мнению специалистов, влечет за собой искажение исторической среды.

Во-вторых, вызывает споры и сомнения эстетическая ценность, низкое профессиональное качество исполнения некоторых работ, что неоднократно отмечалось в прессе, на городских советах профессионалами архитекторами, художниками и дизайнерами. Авторские стилизации, избранные молодыми художниками, понятны для молодого поколения, но не находят должного отклика у старшего поколения. В погоне за инновационностью и быстрыми решениями проблемных вопросов городской среды организаторы фестиваля и

авторы работ порой забывают об эстетике визуальных образов, которые призваны воспитывать в молодежи патриотизм, прививать тягу к прекрасному, что отмечено в целях фестиваля [15].

В-третьих, не всегда понятен как выбор места размещения многих изображений, так и связь изображаемого с историей города. Так, на ул. Завокзальной (Великий Новгород) можно видеть изображение самолета ИЛ-76, что должно напоминать зрителям об авиаполке в Кречевицах, на ул. Нехинской (Великий Новгород) композиция отражает страницы жизни этнографа и антрополога Н. Н. Миклухо-Маклая, на ул. С. В. Рахманинова на фасаде дома изображен портрет А. А. Ахматовой, тогда как изображение самого С. В. Рахманинова можно увидеть на фасаде дома по ул. Большая Московская. Таким образом, зритель не может без посторонней помощи соотнести сюжет изображения с местом. Многие жители города высказывали свое негативное мнение о том, что они не понимают принадлежность изображенной личности к истории города, т. е. созданные средствами суперграфики визуальные образы в глазах горожан перестают отражать идентичность Великого Новгорода, а что же говорить о туристах... Иная ситуация сложилась, например, в городе Старая Русса, которую связывают с личностью писателя Ф. М. Достоевского, чей портрет, а также изображения персонажей его произведений можно увидеть на фасадах домов. В данном случае вопросов о выборе исторической личности не возникает, поскольку суперграфика иллюстрирует основной слоган города «Старая Русса – город Достоевского» и только усиливает его идентичность.

В-четвертых, как отмечалось нами ранее, суперграфика как средство художественной выразительности архитектурной формы оказывает смысловую, колористическую, информационную и навигационную нагрузку в городской среде. Это влечет за собой вдумчивое ее использование, согласование колористики, смысла визуального образа не только с реестром брендов, но и в первую очередь с городской средой. Рассматривая же существующую суперграфику как часть бренда территорий, можно наблюдать некую рассогласованность: слоганов и визуальных образов; выбора исторических персон и сюжетов; логики их размещения.

Таким образом, выявленные нами проблемные моменты позволяют сделать ряд выводов, тщательная проработка которых будет способствовать созданию идентичности города Великого Новгород, в том числе за счет суперграфики как части бренда территорий:

1. Во избежание искажения восприятия исторической среды в пределах территории Окольного вала определить и зафиксировать ряд положений, в

которых будут отражены требования к размещению, сюжету и колористике суперграфических изображений, либо утвердить не допустимое их использование и размещение в историческом центре города.

2. Производить тщательный, критериальный отбор эскизов суперграфических изображений (в том числе с точки зрения эстетики, художественного вкуса и образности, колористики и т. п.), предполагаемых к внедрению на территории города; привлекать авторов работ и исполнителей с высоким профессиональным уровнем, а в экспертную комиссию фестиваля или иного мероприятия, в рамках которого предусмотрено использование суперграфики, включить широкий круг профессионалов: архитекторов, дизайнеров архитектурной среды, художников-монументалистов, деятелей искусств и т.п.

3. Активно и массово привлекать к выбору сюжетов, персонажей или исторических личностей для суперграфических изображений жителей города, благодаря мнению и эмоциям которых и складывается образ города, влияющий на его идентификацию. Кроме того, информационная открытость позволит донести до жителей и гостей города связи тех или иных персонажей, исторических личностей с историей города.

4. Разрабатывая бренд территории, необходимо рассматривать все его составляющие в совокупности. Визуальные образы, в том числе модная ныне суперграфика, не должны существовать отдельно и вне логики бренда, а должны ему соответствовать и быть понятны большинству, в противном случае говорить о целостном «образе города» не получится. Стоит помнить, что суперграфика как средство художественной выразительности и как продукт художественной деятельности способна сформировать уникальность, оригинальность и «дух места» отдельных городских пространств и города в целом, что в свою очередь положительно скажется и на его идентичности.

Список литературы

1. Дягилева Н. С. Теоретические аспекты городской идентичности // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы. Екатеринбург: УрФУ, 2013. С. 54–59.
2. Ефимов А. В., Мина А. П. Феномен городской идентичности // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2021. № 1 (54). С. 262–267. URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/17_efimov.pdf (дата обращения: 11.05.2022). DOI: 10.24412/1998-4839-2021-1-262-267
3. Ланцевская Н. Ю. Идентичность как элемент технологии брендинга территории // Вестник Шадринского государственного педагогического института. 2015. № 2 (26). 5 с. URL: <http://shgpi.edu.ru/struktura-universiteta/nauka/vestnik-shgpi/vestnik2015-2/> (дата обращения: 08.05.2022).
4. Скалкин А. А. Архитектурная идентичность города: понятие и методология исследования // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2018. № 2 (43). С. 87–97. URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/05_skalkin/index.php (дата обращения: 02.05.2022).

5. Перов Ф. В. Идентичность городов: историческая и современная застройка // Сайт Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. URL: <https://www.spbgasu.ru/Novosti/8628/> (дата обращения: 02.05.2022).
6. Важенкина И. С. О сущности бренда территорий // Экономика региона. 2011. № 3. С. 18–23.
7. Нестерова О. Е. Символ // Большая российская энциклопедия. 2015. Т. 30. URL: <https://bigenc.ru/philosophy/text/3662454> (дата обращения: 11.05.2022).
8. Минервин Г. Б., Шимко В. Т., Ефимов А. В. и др. Дизайн: иллюстрированный словарь-справочник / под общ. ред. Г. Б. Минервина и В. Т. Шимко. Москва: Архитектура-С, 2004. 288 с.
9. Ефимов А. В., Минервин Г. Б., Ермолаев А. П., Шимко В. Т., Щепетков Н. И., Гаврилина А. А., Кудряшев Н. К. Дизайн архитектурной среды. Москва: Архитектура-С, 2006. 502 с.
10. Михайлов С. М., Хафизов Р. Р. Суперграфический подход в дизайне города. Основные этапы становления и развития // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 3 (33). С. 24–31.
11. Новикова Я. В. Суперграфика как фактор формирования и трансформации городской среды // Визуальная антропология – 2019. Город-университет: жизненное пространство и визуальная среда: материалы III Междунар. науч. конф., Великий Новгород, 28–30 августа 2019 г. / под ред. С. С. Аванесова, Е. И. Спешиловой; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2020. С. 137–147.
12. Федотова Н. Г. Великий Новгород глазами новгородцев: к вопросу о структуре территориальной идентичности // Вестник Новгородского филиала РАНХиГС. 2017. Т. 6, № 1–1(7). С. 259–265.
13. Федотова Н. Г. Городская идентичность как конкурентное преимущество территории // Ярославский педагогический вестник. 2016. № 5. С. 372–377.
14. Региональные, муниципальные, территориальные бренды Новгородской области // Министерство промышленности и торговли Новгородской области. URL: <https://minpromtorg.novreg.ru/mc/259/> (дата обращения: 08.05.2022).
15. Положение фестиваля уличного искусства «Страницы истории». URL: <https://vk.com/streetartfestivalpagesofhistory> (дата обращения: 08.05.2022).

Об авторах

Новикова Яна Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Yana.Novikova@novsu.ru

О рецензенте

Кузьменко Светлана Никитична – кандидат архитектуры, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Svetlana.Kuzmenko@novsu.ru

МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВГОРОДСКОГО РЫНКА ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ

Попов В. А.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *Vladimir.Popov@novsu.ru*

MARKETING RESEARCH OF THE NOVGOROD ART CERAMICS MARKET

Popov V. A.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *Vladimir.Popov@novsu.ru*

Аннотация. Целью данной работы является проведение маркетингового исследования рынка художественной керамической продукции и выявление способов развития данной отрасли на основе эмпирических методов исследования.

Были выявлены проблемы развития рынка новгородской художественной керамики и предложены решения по их устранению. Даны рекомендации в привлечении новых покупателей и удержании уже имеющихся за счет расширения ассортимента по доступным ценам, качества продукции и технологий, по разработке бренда, дизайна компаний и по использованию эффективных каналов маркетингового продвижения.

Ключевые слова: *маркетинг; исследования; анализ рынка; художественная керамика; реклама; бренд; дизайн.*

Abstract. The purpose of this work is to conduct a marketing study of the market of artistic ceramic products and identify ways to develop this industry based on empirical research methods.

The problems of the development of the Novgorod art ceramics market were identified and solutions for their elimination were proposed. Recommendations are given in attracting new customers and retaining existing ones by expanding the range at affordable prices, product quality and technology, brand development, company design and the use of effective marketing promotion channels.

Keywords: *marketing; research; market analysis; market segmentation; artistic ceramics; advertising; brand, design.*

Маркетинговое исследование предполагает тщательный выбор объекта исследования. Он, в конечном счете, и определяет цели и задачи маркетингового исследования, детальную технологию изысканий.

В наше время проблема маркетинговых исследований является актуальной как для больших, так и для малых организаций. Из-за перехода экономических

отношений на мировой уровень маркетинговые исследования стали одной из важнейших задач организаций, которые фокусируются на получение прибыли.

Как показывает практика, большая часть российских торговых предприятий недостаточно внимания уделяют маркетинговым исследованиям. Без маркетинговых исследований ни одна компания не сможет точно проанализировать свою позицию на рынке, правильно сориентироваться в непростых рыночных обстоятельствах, а также спланировать последующее свое продвижение [1].

Это, возможно, единственный путь для получения индивидуальных сведений о рынке, без которых маркетинг остается лишь бесполезной теорией. В обстоятельствах рынка получают выгоду те предприятия и фирмы, которые вернее остальных знают эти потребности и изготавливают продукцию, способную их удовлетворить. Но рынок непрерывно меняется, потребности потребителей под действием множества причин в свою очередь также меняются, следовательно, чтобы получить прибыль, организации обязаны регулярно отслеживать конъюнктуру рынка. Собственно, с помощью маркетинговых исследований фирмы могут реализовывать наблюдение изменений нужд потребителя [2].

Предметом данного исследования является новгородский рынок художественной керамики. В данном маркетинговом исследовании проведены анализы нескольких торговых точек с помощью эмпирического метода. Данное исследование проведено на основании наблюдения, опроса и изучения документов новгородских торговых точек, музеев, артгалерей.

Целью данной работы является проведение маркетингового исследования рынка художественной керамической продукции и выявление способов развития данной отрасли на основе эмпирических методов исследования.

Сначала были проведены поиски в интернете для нахождения всевозможных торговых точек, где продают керамические изделия. Затем проводились наблюдения в целях выявления цены, назначения, качества изделий и проводился опрос руководства, работников, посетителей и людей на интернет-ресурсах. Данное исследование проходило в несколько этапов и в разные дни, для того чтобы точно определить спрос на товар, типологию продукции и потенциальных покупателей.

Опрос содержал в себе основные вопросы, на которые необходимо было получить ответ, а также побочные, которые служили дополнительной информацией по исследованию.

Исследования проводились в следующих торговых точках:

- сувенирный дом № 13 «Чашки-на-радость»;
- арт-галерея «Художник»;
- арт-галерея «Слобода» в гостинице «Park Inn by Radisson»;
- сувенирный магазин в Новгородском музее-заповеднике;
- арт-галерея «На-торгу».

По данным Российского союза туриндустрии в Великом Новгороде среднестатистический турист тратит 1000–2000 рублей на подарки. К сожалению, на новгородском сувенирном рынке в основном преобладает азиатская продукция, около 70% представленных изделий произведены в Китае. Поэтому возникают сложности с сувенирами, VIP-сувенирами, сама идея которых предполагает эксклюзивность и оригинальность.

В Новгородской области очень мало предприятий, которые специализированы на производство аутентичной продукции. А те, что есть, сфокусированы на большие объемы производств.

Несмотря на небольшую индивидуальность сувенирной продукции, художественная керамика представляет собой разнообразие изделий, подарков, сувениров и т. п. Изготовлением уникальной продукции занимаются индивидуальные предприниматели-ремесленники, которые предоставляют свои изделия в различные торговые точки под процент от продаж.

Большую часть новгородской керамической художественной продукции (исключая азиатский рынок) составляют работы новгородских авторов. Самодельная посуда поставляется в новгородские магазины из Донецкой Народной Республики.

В сувенирной лавке «Чашки-на-радость» были представлены только работы из Донецкой Народной Республики – это посуда с красивыми орнаментами, расписанными вручную.

В арт-галереях представлены в основном изделия художников керамистов, таких как: Галина Булганина, Мария Андреева, Екатерина Токарева, Татьяна Радыгина и т. д. Их работы выполнены в основном из шамотной глины.

В новгородских сувенирных магазинах также представлены художественные керамические изделия из города Боровичи. «Мстинская гончарня» – это крафтовое производство керамики в Новгородской области. В производстве данных изделий используются уникальные старинные техники с внедрением и современных.

Изучая ассортимент рынка, можно сделать вывод, что из новгородских керамистов самое большое количество работ представлено у Галины

Булганиной, остальные художники либо давно уже не поставляют свою продукцию в магазины, либо предоставляют свои изделия в небольшом количестве.

Важно отметить: когда мы говорим о новгородской художественной керамической продукции, мы говорим в основном о сувенирах, потому что реализовывать продукцию в нынешних условиях нашего рынка художникам-ремесленникам достаточно непросто, так как на смену пришла выгодная азиатская продукция.

Спрос на новгородские керамические изделия достаточно сильно упал, но нельзя сказать, что его нет. Тем более, спрос на хенд-мейд растет с каждым годом, и авторские работы вызывают интерес. Важно помнить, что авторская продукция, которая представлена в новгородских торговых лавках, – это труд художника, а не просто конвейерное производство, которое и по качеству, и по стоимости соответственно ниже.

В ходе проведенного анализа рекламных кампаний на рынке Великого Новгорода можно выделить только две точки: арт-галерею «На торгу» и сувенирный дом «Чашки-на-радость». Они и являются главными конкурентами для остальных объектов реализации керамических изделий на данный момент проведения исследования.

Для устранения выявленных проблем можно предложить следующие варианты решения: разработка новых видов продукции, выбор способа рекламы [3], создание дизайна бренда.

Для разработки новых видов продукции необходимо сотрудничать с художниками-ремесленниками в целях создания маленьких сувенирных фигур, желательно с символикой Великого Новгорода и Новгородской области. Чем больше будет на рынке авторских интересных недорогих работ, тем больше это будет привлекать потенциальных покупателей. Также можно привлекать студентов, увлекающихся керамикой и желающих развиваться в данном ремесле. Сейчас молодое поколение лучше видит все новые тенденции, к которым стремится керамическое искусство. Это обязательно должны быть сложные фигуры, сейчас чем больше изделие выглядит как хенд-мейд, тем оно привлекательней.

Изучать различные ресурсы для выявления новых видов продукции обязательно нужно, это дает яснее понять, что интересно людям. Лучшее решение – это создание своего собственного стиля, который впоследствии будет запоминающимся, что обязательно привлечет новых покупателей. Сейчас очень популярны броши, значки, посуда, окрашенная в разнообразные глазури.

Соперничать с китайской конвейерной продукцией в реалиях нынешнего рынка сложно, но, если не пытаться создать новую интересную людям продукцию, рынок новгородской художественной керамики может стать скучным и шаблонным.

Большую роль в реализации продукции играет расположение торговой точки, чем ближе к центру города, тем больше потенциальных покупателей. Поэтому реклама является одним из самых важных инструментов для удачных продаж. Это может быть как реклама всевозможных выставок в виде постеров с презентацией керамических изделий, так и широкоформатная реклама, например, по телевидению. Однако любая реклама должна быть эффективной, иначе это впустую потраченные ресурсы. Реклама на рынке керамической художественной продукции представлена в очень небольших форматах.

Виды рекламной деятельности рассматриваемых объектов:

- реклама выставок с презентацией изделий;
- реклама в социальных сетях;
- визитки с контактами магазина;
- сайт в интернете.

Затраты на рекламу – это не всегда дорогой процесс. В наше время очень популярна реклама в социальных сетях. Есть актуальность в создании интернет-портала с художественной керамической продукцией, развитие интернет-торговли. Можно также попытаться реализовать торговлю в других регионах, сотрудничая с различными торговыми сетями. Также создание баннеров наружной рекламы, визиток, листовок является очень хорошим способом рекламы, особенно когда магазин находится не в центре города.

Еще один способ рекламы – это проведение различных тематических выставок художественной керамики или даже авторские ярмарки для привлечения людей. Большую роль играет персонал, который будет грамотно привлекать потребителя к новгородским керамическим изделиям.

Всегда приятно, когда изделия не только имеют красивый вид, но и упаковываются в красивый пакет, коробку и т.п. Один из самых важных способов привлечения покупателей – это брендинг своего магазина. Создание уникальных витрин, упаковок, ценников, баннеров – это огромный плюс для магазина, ведь это делает его более узнаваемым и дорогостоящим. Прежде всего, можно обратиться к специалистам, которые в этом разбираются, для создания своего личного бренда, который будет ассоциироваться именно с конкретной торговой точкой. Опять же можно это предложить студентам-дизайнерам, которые хотят попробовать или уже пробуют себя в этом деле.

Например, создание более аутентичной атмосферы, где чувствовалась бы именно культура Новгородской земли, стилизация упаковки, витрины и интерьера в соответствующем ключе, разработка интересных этикеток и ценников [4].

По результатам маркетингового исследования были выявлены следующие проблемы:

- превалирование китайских керамических изделий;
- художники-керамисты в основном специализируются на изготовлении дорогих эксклюзивных скульптур;
- высокие цены и низкая покупательская способность.

В целях устранения выявленных проблем, были предложены следующие рекомендации:

- создание дизайна, бренда компаний;
- выбор способа рекламы;
- разработка новых видов продукции.

В ходе исследований были решены все поставленные задачи и даны рекомендации в привлечении новых покупателей и удержании уже имеющих за счет расширения ассортимента по доступным ценам, качеством продукции и технологиями. Также даны рекомендации по разработке бренда, дизайна компаний и по использованию эффективных каналов маркетингового продвижения.

Список литературы

1. Завьялов П. С. Формула успеха: маркетинг. Москва: Международные отношения, 2015. 324 с.
2. Березин И. С. Маркетинговые исследования. Инструкция по применению. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2012. 383 с.
3. Шуванов В. И. Психология рекламы. 3-е изд. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. 315 с.
4. Козырев А. А. Мотивация потребителей. Санкт-Петербург: Изд-во Михайлова, 2013. 384 с.

Об авторах

Попов Владимир Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Vladimir.Popov@novsu.ru

О рецензенте

Хузин Зуфар Миргазямович – доктор экономических наук, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Zufar.Khuzin@novsu.ru

ДИЗАЙН ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Попов В. А., Клёвин В. Г.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *Vladimir.Popov@novsu.ru*

JEWELRY AND SOUVENIR DESIGN AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Popov V. A., Klevin V. G.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *Vladimir.Popov@novsu.ru*

Аннотация. В данной работе рассмотрены цифровые технологии в дизайне ювелирных изделий. Представлена классификация областей их применения. Определен лидер в использовании цифровых технологий. Описаны достоинства и возможности 3D-моделирования. Описаны возможности использования принципов семиотики при проектировании уникальных ювелирных изделий. Рассмотрена методика проектирования ювелирных изделий. Определена роль цифровых технологий в процессе генерации новых художественных идей, также отмечена важность применения экспертных систем, позволяющих использовать рядовыми проектировщиками знания и опыт специалистов высочайшего уровня. Подтверждена перспективность применения цифровых технологий в дизайне ювелирных изделий.

Ключевые слова: *дизайн; 3D-моделирование; семиотика; кодирование; декодирование; композиция; фракталы.*

Abstract. In this paper, digital technologies in the design of jewelry are considered. The classification of their application areas is presented. A leader in the use of digital technologies has been identified. The advantages and possibilities of 3D modeling are described. The possibilities of using the principles of semiotics in the design of unique jewelry are described. The method of designing jewelry products is considered. The role of digital technologies in the process of generating new artistic ideas is determined, and the importance of using expert systems that allow ordinary designers to use the knowledge and experience of specialists of the highest level is also noted. The prospects of using digital technologies in the design of jewelry have been confirmed.

Keywords: *design; 3D modeling; semiotics; coding; decoding; composition; fractals.*

Цифровые технологии, пронизывающие все сферы человеческой деятельности, не обошли стороной и дизайнерское творчество. Однако их применение сосредоточено в основном на участии в технических и технологических процедурах с использованием компьютеров и соответствующего программного обеспечения. Цифровые технологии могут служить эффективным средством активизации инновационной компоненты

дизайнерского творчества, т. е. непосредственно участвовать в генерации новых идей, художественных образов, в поддержке принятия принципиальных решений.

Дизайн ювелирных изделий, являясь разновидностью промышленного дизайна, должен соответствовать общепринятым критериям: функциональность; красота и элегантность; экологичность; возможность реализации; эргономичность; оригинальность и креативность. Объекты промышленного дизайна изготавливаются, как правило, машинными методами серийно или массово, что вынуждает обращать внимание на технологичность проектируемых форм. В дизайне ювелирных изделий доминирующими показателями качества являются эстетическая выразительность, оригинальность. Эти изделия малотиражны. Здесь используются драгоценные и полудрагоценные материалы, при их изготовлении велика доля ручного труда. В связи с этим использование цифровых технологий в этой сфере дизайна происходит значительно медленней, чем в графическом, промышленном или ландшафтном дизайнах и обладает определенной спецификой.

Классификация областей применения цифровых технологий в рассматриваемых условиях приведена в таблице 1.

Таблица 1. Цифровые технологии в дизайне ювелирных изделий

№ п/п	Технология	Область применения
1	Компьютерное моделирование	Проектирование ювелирных изделий любой сложности из любых материалов
2	3D-моделирование с последующим прототипированием	Изготовление форм и моделей для различных видов литья и мелкой штамповой оснастки
3	Компьютерное проектирование стохастических фракталов	Паттерны, орнаменты, узоры, броши, кольца, кулоны, декор упаковок
4	Кодирование и декодирование семиотической информации	Проектирование эксклюзивных изделий с учетом индивидуальных запросов и предпочтений заказчика. Требуется наличие системы трансляции вербальной информации в графическую
5	Погружение в компьютерную виртуальную реальность	Генерация новых идей и решений в компьютерной виртуальной реальности
6	Использование интеллектуальных экспертных систем и баз данных	Поддержка принятия творческих решений с использованием возможностей теории искусственного интеллекта

Лидером в использовании цифровых технологий является 3D-моделирование ювелирных изделий с последующим рендерингом (редакторы Jewelcad/artcam). Главными достоинствами 3D-моделирования, реализуемого в многочисленных программах трехмерного моделирования, визуализации и цифровой скульптуры, являются:

- выполнение в кратчайшие сроки проектно-дизайнерских работ любой степени сложности;
- возможность корректировки параметров ювелирного изделия на любой стадии. Сюда относится коррекция форм, размеров, стандартных креплений, вставок, камней, фактуры и текстуры материалов и др.;
- возможность на основе одного изделия оперативно построить модульный ряд;
- возможность быстрого перебора вариантов пропорционирования элементов изделия;
- возможность оценить эстетический эффект изделия на модели потребителя изделия (клиента).

3D-технология позволяет компьютеризировать не только дизайн-проектирование изделий, но и их последующее изготовление. Сочетание 3D-принтера с устройством лазерного прототипирования позволяет быстро и точно производить прототипы для литья по выплавляемым восковым моделям и литья в силиконовые формы.

Способ основан на селективном лазерном спекании металлических порошков. Спекание происходит последовательно по контуру каждого слоя. Постепенно формируется прототип, соответствующий 3D-модели. Другая технология позволяет в ряде случаев получать с помощью 3D-принтеров готовые элементы ювелирных изделий. Технология основана на совмещении лазерного прототипирования с последующим гальваническим нанесением на прототип металлического покрытия [1].

С помощью специальных плагинов можно трехмерной моделью контролировать работу оборудования с ЧПУ, на котором изготавливается изделие.

Фрактальная логика является мощным генератором оригинальных художественных композиций в дизайне ювелирных изделий [2]. Стохастические фракталы, получаемые путем компьютерной итерации функций комплексного переменного со случайными значениями коэффициентов, позволяют формировать неожиданные, завораживающие воображение композиции. Фрактал – это бесконечная самоподобная геометрическая конструкция, сохраняющая свою структуру при любом

изменении масштаба. Известен опыт успешного использования фрактальных композиций для декора упаковок эксклюзивных изделий. Исследования показали, что фракталы, получаемые с помощью программ Apophysis, ChaosPro, Fractal Explorer, Ultra Fractal и др., позволяют генерировать уникальные фоны и композиции для ювелирных изделий, сувениров, бижутерии. Магия фрактального изображения определяется не только математической формулой, имеющей очень простой вид, но цветовой настройкой, фильтрами трансформации, добавлением к изображению хаотических структур, изменением используемого при генерации материала. Фрактальные конструкции в сочетании с традиционными стилевыми решениями способны обеспечить принципиально новые эстетические каноны у таких изделий как броши, медальоны, кулоны, диадемы и др.

Использование принципов семиотики позволяет организовать дизайн-проектирование уникальных ювелирных изделий, отражающих социально-психологические особенности заказчика и его художественно-эстетические предпочтения [3]. В основу методики положена разработка информационной модели будущего изделия – «дизайн-ключа». Из «дизайн-ключа» можно вычленить множество вариантов композиций, отличающихся оригинальностью и отвечающих исходным требованиям. Семиотические методы показали высокую эффективность в дизайне ювелирных изделий. Методика проектирования расчленяется на ряд этапов. На первом этапе составляется матрица вербальных характеристик субъекта проектирования – заказчика. Матрица называется ОЗНАЧАЕМОЕ (таблица 2). На втором этапе составляется семиотическая матрица кодов и знаков – ОЗНАЧАЮЩЕЕ. В этой матрице в том же порядке, что и в таблице 2, расположены графические коды параметров означаемой матрицы (таблица 3).

Третий этап – кодирование – состоит в трансформации знаков и символов семиотического поля (таблица 3) в информационную модель («дизайн-ключ»). Синтез отдельных кодов и символов в сложную графическую композицию осуществляется по правилам комбинаторики с учетом квалификации и опыта дизайнера.

Таблица 2. ОЗНАЧАЕМОЕ

Спокойная	Устойчивая	Медлительная	Уравновешенная	Неторопливая
Позитивная	Инертная	Умиротворенная	Работоспособная	Стабильная
Старательная	Вдумчивая	Надежная	Ведет размеренную жизнь	Ответственная
Нерешительная	Слабо-эмоциональная	Невозмутимая	Постоянная	Душевная гармония

Таблица 3. ОЗНАЧАЮЩЕЕ

—	⊥	~	○	□
✱	∪	S	/	□
Y	⊙	□	+	Y
∠	~	—	○	∞

При составлении таблицы 3 «ОЗНАЧАЮЩЕЕ» целесообразно пользоваться какой-либо системой кодирования из имеющихся в информационных базах [4].

Информационная модель («дизайн-ключ») выражает графический синтез особенностей заказчика (потребителя) ювелирного изделия и обладает большим потенциалом сочетаний, пересечений, взаимодействий графических элементов.

Результаты кодирования представлены на рисунке 1.

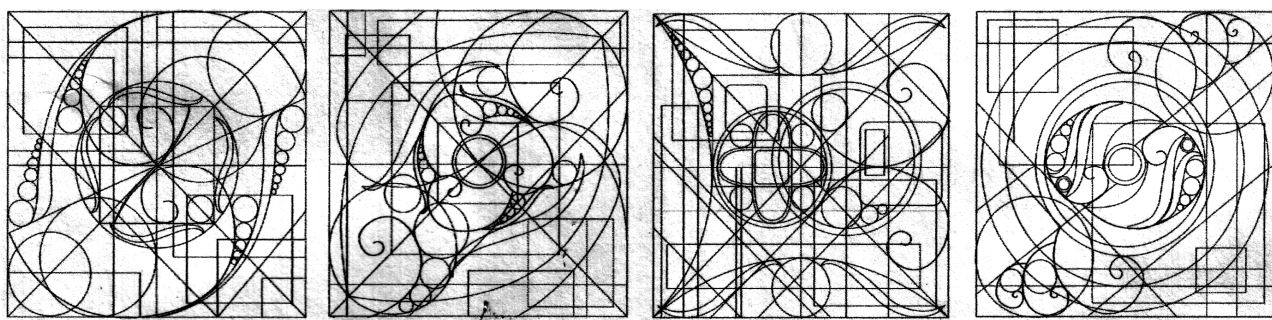


Рисунок 1. Кодирование

Третий этап заключается в вычлениении – ДЕКОДИРОВАНИИ – из «дизайн-ключа» возможных вариантов конечного решения и парадигматический отбор наиболее удачного варианта. Пример декодирования из «дизайн-ключа» показан на рисунке 2.

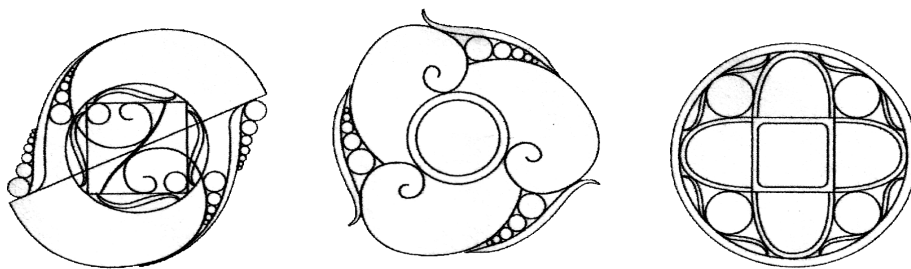


Рисунок 2. Декодирование

Последний этап дизайн-проектирования состоит в формировании окончательной композиции ювелирного изделия и его конструкторско-дизайнерской проработки (подбор материалов, камней, пропорций, цветового решения и др.). Окончательное решение представлено на рисунке 3.

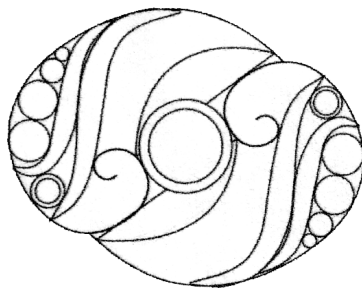


Рисунок 3. Окончательная композиция

Семиотические методы дизайн-проектирования особенно эффективны при наличии систем интеллектуальной поддержки принятия решений (баз данных, баз кодов, алгоритмов комбинаторики и др.).

Проектирование в компьютерной виртуальной реальности – сравнительно новая технология, особенно для дизайна ювелирных изделий. Виртуальная реальность осуществляется компьютерным моделированием сред или объектов и отображается на экране компьютера. В трехмерной виртуальной реальности можно выполнять дизайн-разработку ювелирных изделий, которая затем будет «перенесена» в реальный мир.

Погружение в виртуальное пространство освобождает проектное мышление дизайнера от многих стереотипов, дает ему новый опыт и новые способы коммуникаций. Находясь «внутри» виртуального пространства, дизайнер работает в интерактивном режиме, изобретая виртуальные формы и манипулируя ими. Физическая модель позволяет увидеть и оценить проектируемое изделие со всех сторон. Компьютерно-виртуальная модель позволяет генерировать новые формотворческие идеи, что очень важно для инновационного дизайна. Использование данных видов моделей в одной разработке приводит к мощному «синергетическому» эффекту. Как отмечает О. Яцюк [5], процесс компьютерного формообразования проходит между реальным и виртуальным, между аналоговым и цифровым. Это вызывает необходимость разработки «гибридной» среды проектирования, что является важнейшим вектором развития методологии дизайн-проектирования выделенной группы изделий.

Активное участие цифровых технологий в процессе генерации новых художественных идей (образов, концептов) возможно при включении в традиционные информационно-коммуникационные системы обеспечения дизайн-проектирования компонентов искусственного интеллекта. Наиболее значимые достижения на сегодняшний день получены с помощью так называемых экспертных систем, позволяющих использовать рядовыми проектировщиками знания и опыт специалистов высочайшего уровня [6]. Перспективность такого направления убедительно подтверждена. В ближайшее время следует ожидать развертывания масштабных исследований в этом направлении.

Цифровые технологии являются реальностью реального дизайн-проектирования ювелирных изделий. Использование этих технологий сопряжено с выходом ювелирной отрасли промышленности на новые качественные рубежи.

Список литературы

1. Кукушкина В. А., Киселев Е. А. 3D-технологии в художественной обработке материалов // Технология художественной обработки материалов: сб. материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф., г. Ижевск, 1–3 октября 2018 г. / под ред. М. М. Черных. Ижевск: ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2018. С. 301–306.
2. Тарасенко В. В. Фрактальная логика. Москва: Либроком, 2008. 118 с.
3. Крейдлин Г. Е., Кронгауз М. А. Семиотика, или Азбука общения. Москва: Наука, 2004. 240 с.
4. Вернер М. Основы кодирования: учебник для вузов. Москва: Техносфера, 2004. 288 с.
5. Яцюк О. Г. Мультимедийные технологии в проектной культуре дизайна: гуманитарный аспект.: дис. ... д-ра искусствоведения. Москва, 2009. 447 с.
6. Финн В. К. Интеллектуальные системы и общество. Москва: РГГУ, 2001. 308 с.

Об авторах

Попов Владимир Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Vladimir.Popov@novsu.ru

Клёвин Виталий Геннадьевич – старший преподаватель, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s82073@std.novsu.ru

О рецензенте

Арендателев Игорь Гурьевич – кандидат технических наук, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Igor.Arendatelev@novsu.ru

ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В ИСТОРИЧЕСКИ СЛОЖИВШУЮСЯ ЗАСТРОЙКУ

Савинова Л. Б.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: lili97@list.ru

INTEGRATION OF ELEMENTS OF A COMFORTABLE URBAN ENVIRONMENT INTO A HISTORICALLY DEVELOPED BUILDING

Savinova L. B.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: lili97@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальный вопрос об организации общественных пространств, отсутствие которых является одной из причин миграции молодежи из Великого Новгорода. На примере отдельных исторических частей города исследуются причины несоответствия таких мест интересам молодежи. Предлагаются отдельные дизайнерские решения, позволяющие повысить уровень комфортности городской среды в исторически сложившихся районах.

Ключевые слова: *комфортная городская среда; объект культурного наследия; интеграция; исторические кварталы; молодежь.*

Abstract. The article considers the topical issue of organization of public places, the absence of which is one of the reasons of migration of young people from Veliky Novgorod. On the example of some historical areas of the city, the reasons for the incompatibility of such places with the interests of youth have been investigated. Some design solutions are proposed to increase the level of comfort of the urban environment in historically developed areas.

Keywords: *comfortable urban environment; cultural heritage sites; integration; historical quarters; young people.*

Для сферы проектирования всегда остро стоит проблема сосуществования старого и нового. Исторически сложившаяся среда не соответствует запросам современных реалий. Поэтому в настоящее время растет интерес к созданию комфортной городской среды, которая в этом случае воспринимается как городской интерьер с его предметно-пространственной средой.

Каждая эпоха оставляет свой след в облике города, формируя уникальное пространство. Но развивающееся общество предъявляет новые эстетические требования к городской среде, ее организации, эстетике и комфорту.

Исторические кварталы сейчас мало развиты и уже не привлекают жителей города провести там досуг. Основные их посетители – это либо люди, живущие в этих домах, либо туристы старшего поколения, которым интересно ощутить «дух места» и изучить архитектуру тех времен. А если говорить о молодежи, то она нередко стремится уехать из родного места в более современные и развитые города. Современному поколению не всегда интересна история, старинная архитектура и кварталы, которые могут показаться скучными. Этим обусловлен запрос на преобразование исторической среды города с целью повышения его привлекательности и комфортности как для молодежи, так и для старшего поколения. Главным условием продления жизни объекта культурного наследия (ОКН) является активное вовлечение его в современный мир. «Однако, не должны уничтожаться эстетическая и историческая значимости ОКН (реставрация), при этом должно стать актуальным, в плане практического применения его внутреннего пространства (приспособление)» [1, с. 352].

При уже сформированном архитектурно-планировочном каркасе и сложившейся застройке реорганизацию пространства необходимо производить с сохранением памятников и объектов культурного наследия. Именно средства дизайна, с учетом существующих в культуре норм и оценок, позволяют разрабатывать различные формы в целях создания гармоничной среды. Изучение активности разных возрастных групп населения и возможностей их взаимовлияния позволяет регулировать обновление наполнения пространств, находить приемы и способы сохранения ценности и модернизации среды [2, 3]. Ревитализация – это комплексный подход, основная цель которого – сохранение аутентичности, самобытности городской среды и социализация пространства, создание упорядоченной инфраструктуры [4]. А. Генфольд считает: «Эволюция общественных пространств в исторической среде складывается на основе реального и потенциального взаимодействия Истории, Природы и Общества и определяется их взаимоотношением с Человеком» [5, с. 29].

Объектом исследования данной работы являются исторически сложившиеся жилые кварталы на Торговой стороне Великого Новгорода, древнейшего города на Северо-Западе России.

Славенский конец – один из пяти районов Великого Новгорода, который в раннее время был одним из трёх, на основе которых сформировался город [6]. В нашем исследовании рассматривается территория, которая находится возле исторического комплекса Ярославова Дворища. На этой территории сосредоточено большое количество исторических элементов древнего города.

Данный земельный участок ограничен улицами: Ильина, Славная, Посольская, Михайловка.

Гипотеза исследования: если выполнить ревитализацию исторических кварталов и интегрировать современность с исторической средой, то это привлечет интерес не только туристов, но и местных жителей, а также повлияет на восприятие города молодежью.

Целью научной работы является исследование теоретических и практических подходов различных авторов, изучающих тему внедрения современных тенденций и элементов комфортной городской среды в историческую застройку и определить возможные методы реализации.

Исходя из заявленной цели, обозначим задачи работы:

- анализ существующей ситуации участка;
- поиск методов создания комфортной городской среды для жителей, в том числе молодежи, живущих в исторической среде, и предотвращения их переезда в другие города.

В данной статье мы опираемся на следующую терминологию:

Городская среда – это совокупность природных, планировочных, архитектурно-социальных, экологических и других факторов окружающей среды, в которой находится городской житель и которые определяют комфортность его проживания на этой территории.

Степанова Е. М. обращает внимание на то, что благоприятное для жизни и деятельности людей место – это *комфортная городская среда*, которая является наиболее подходящим для жизни и деятельности людей. Комфортное пространство – это не только комфортность проживания в городе или его окрестностях. Это еще и здоровье человека, которое может быть достигнуто благодаря наличию в городской среде общественных мест [7].

Если говорить об *интеграции*, то это объединение отдельных частей с помощью определенных операций в единое целое, либо их внедрение в существующий целостный объект.

Объекты культурного наследия регионального значения – объекты, обладающие историко-архитектурной, художественной, научной и мемориальной ценностью, имеющие особое значение для истории и культуры субъекта Российской Федерации.

Благоустройство территории – это комплекс мероприятий по инженерной подготовке и обеспечению безопасности, озеленению, устройству покрытий, освещению, размещению малых архитектурных форм и объектов монументального искусства.

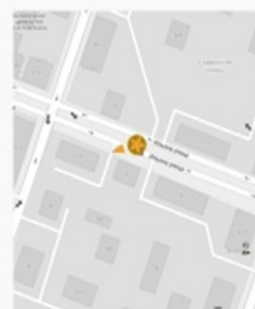
Понятие «общественное пространство» в СП-42 отсутствует, но существует понятие «градоформирующий потенциал наследия», который определяется как совокупность качеств наследия, определяющих границы и

возможности его влияния на градостроительное развитие территорий и районов города, роль которого в историческом поселении является определяющей.

Рассмотрим кварталы в исторической части города Великий Новгород, его особенности планировочной структуры и характерные объекты (рисунок 1, а, б).



а



б

Рисунок 1. Старые фотографии с видом на улицу Ильина

В ходе работы, в первую очередь, были обозначены объекты культурного наследия и памятники, которые находятся внутри вала окольного города (рисунок 2). На данной схеме видно, что памятников достаточное количество, а в кварталах, которые являются основным объектом исследования, находятся объекты культурного наследия.



Рисунок 2. Схема достопримечательностей и объектов культурного наследия

Во-вторых, проведена работа по выявлению общественных объектов в радиусе пешей доступности – 300, 500 и 900 метров (рисунок 3). В результате выявлено, что район в достаточной мере обеспечен гостиницами, hostelsами и местами общественного питания. В ближайшей пешей доступности (300 м) расположены сувенирная лавка, ресторан «Дом Берга» и кафе «Дом Берга», кафе «Колобок», кафе «Сударушка», столовая «Оливье», блинная «Пекиблин», Рахманинов отель. В средней доступности (500 м) находятся ресторан «Легенда», гостиница «Россия», Ярославово Дворище, кафе «Ганзейский погребок», два сетевых магазина «Магнит», хостел «Guest House», хостел «Ярослав». В предельной удаленности (900 м) находятся два сетевых магазина «Пятерочка», хостел «История», хостел «Любава», хостел «Федоровский ручей», ресторан «Изюм», чайхана «Сказка», гостиница «Садко», магазин «Пятерочка». Согласно запросам местных жителей, есть потребность в сетевых магазинах, расположенных поблизости, а также в детских площадках.

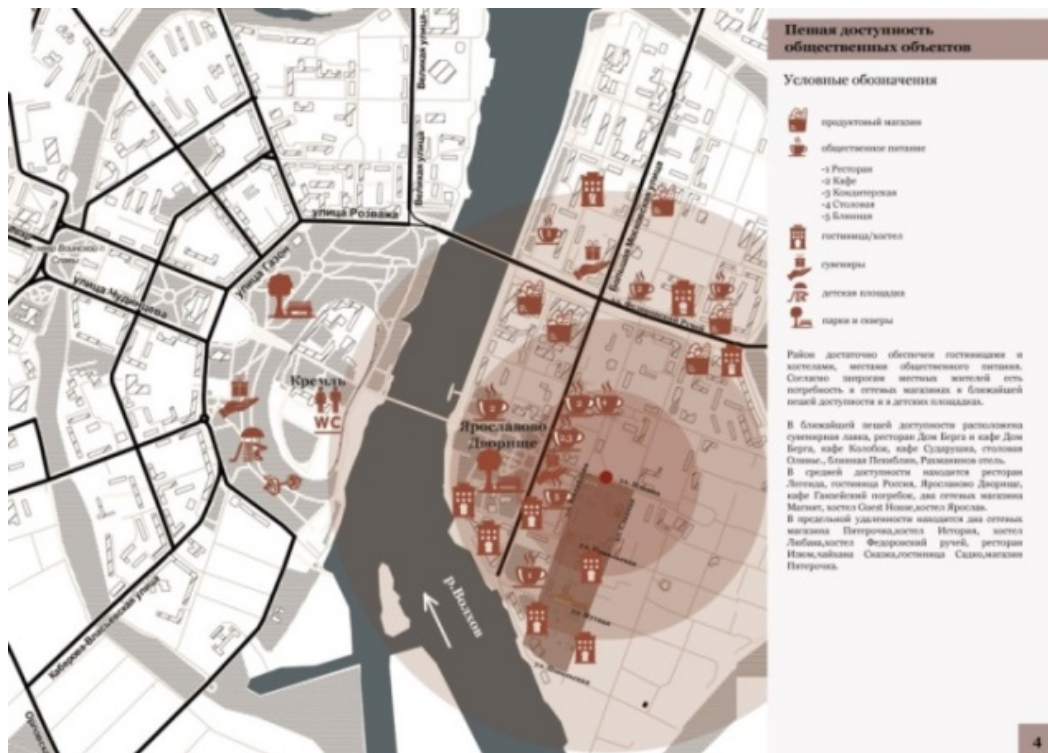


Рисунок 3. Схема достопримечательностей в исследуемом районе

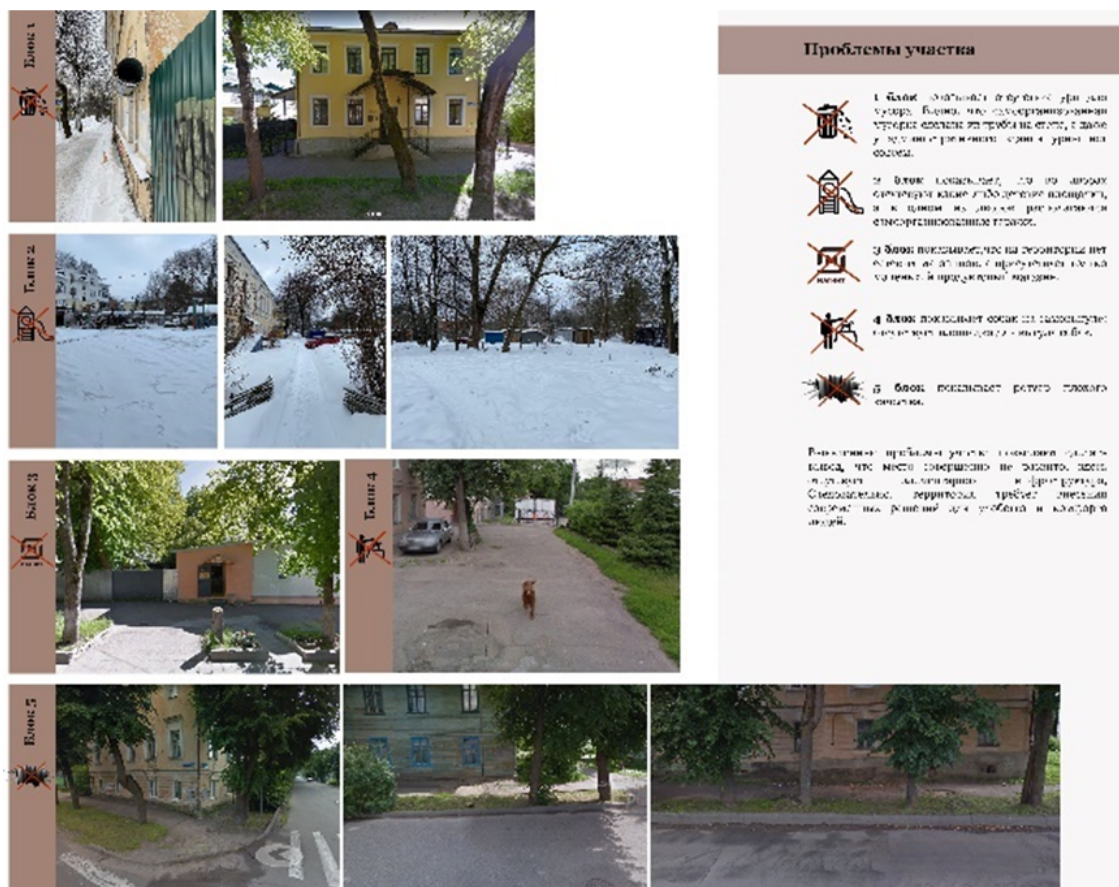


Рисунок 4. Проблемы участка

Схема озеленения

Условные обозначения

-  цветочный
-  хвойный
-  земляной участок

Примечание: земляной участок, который не имеет своего земельного участка, должен быть выделен в отдельном документе. Земельный участок, который не имеет своего земельного участка, должен быть выделен в отдельном документе.

5

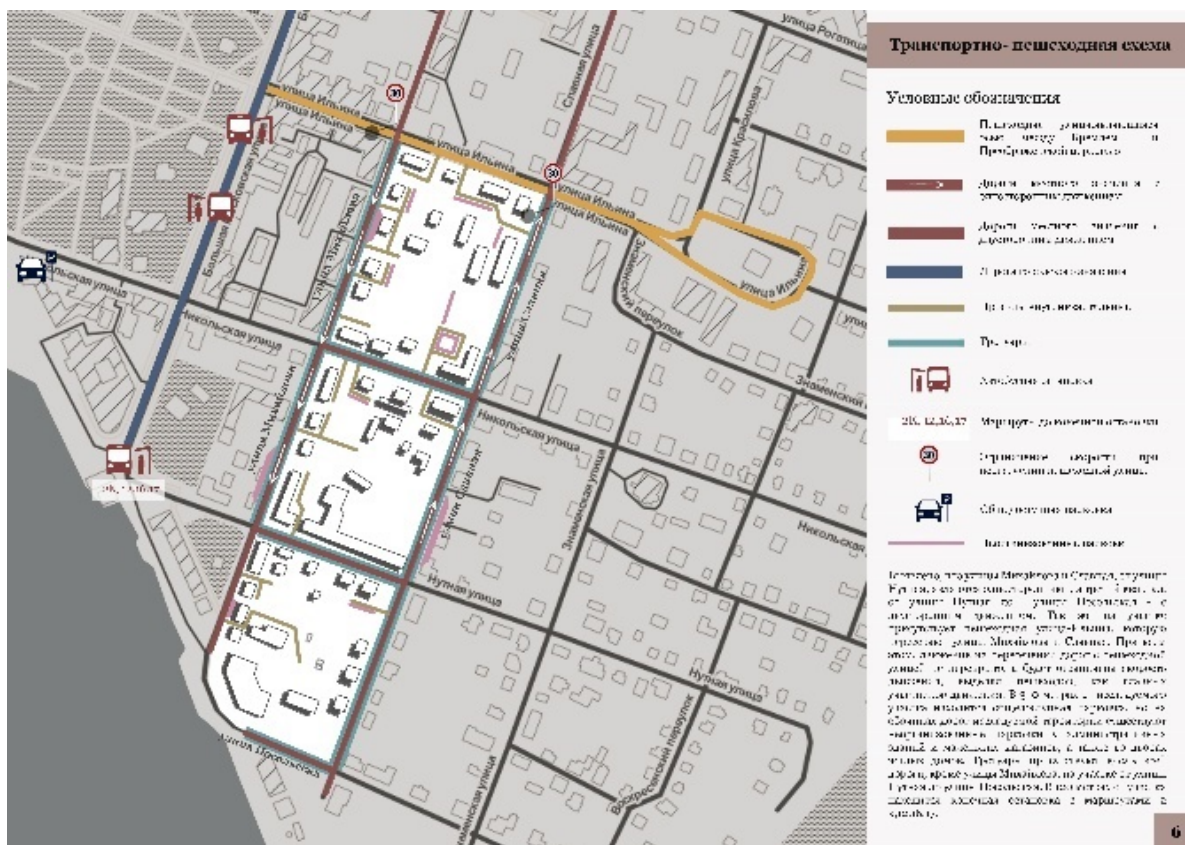


Рисунок 6. Транспортно-пешеходная схема

В-пятых, изучены транспортно-пешеходные пути (рисунок 6). Выявлено, что улицы Михайлова и Славная, от улицы Нутная, являются односторонними, а третий квартал, от улицы Нутная до улицы Посольская – с двусторонним движением. Так же на участке присутствует пешеходная улица – Ильина, которую пересекают улицы Михайлова и Славная. При всем этом движение на пересечении дорог с пешеходной улицей не перекрыто, а ограничена скорость движения, что выделяет пешеходов как главных участников движения. В 340 метрах от исследуемого участка находится общедоступная парковка, но на обочинах дорог исследуемой территории существуют неорганизованные парковки у административных зданий и маленьких магазинов, а также во дворах жилых домов. Тротуары присутствуют вдоль всей дороги, кроме улицы Михайлова, на участке от улицы Нутная до улицы Посольская. В 120 метрах от участка находится конечная остановка автобусных маршрутов 2к, 12, 16 и 17.

Исследуемая территория не имеет исторических памятников, но одним из ограничений являются объекты культурного наследия, которые следует реставрировать для того, чтобы они интегрировались с проектируемой современной городской средой. Доминанты отсутствуют, так как вся застройка – это двухэтажные каменные жилые дома.

В результате исследования исторически сложившейся городской застройки и на основе проектных предложений вносятся коррективы по ревитализации кварталов. Проектом предлагается комфортная городская среда, которая является точкой притяжения не только местных жителей и туристов, но и молодежи, которые прогуливаясь по пешеходной улице Ильиной, могли бы завернуть в уютный район и попасть в контраст исторической и современной среды. Различные масштабные арт объекты, кафе, павильоны для уличной торговли и водные структуры произведут непередаваемое впечатление на посетителей. Торговые объекты очень актуальны и отражают «дух места» Великого Новгорода как древнейшего крупного торгового центра (рисунки 7, 8).



Рисунок 7. Навесы – арт-объекты



Рисунок 8. Уличные объекты торговли

На основе проведенных исследований и разработанного проекта по ревитализации рассматриваемой территории мы можем сделать вывод, что грамотная интеграция элементов комфортной городской среды в исторически сложившуюся застройку не только улучшит облик города, но также повысит его комфортность и привлекательность для людей разных поколений.

Список литературы

1. Житлова В. А., Петренева О. В. К вопросу о сохранении и приспособлении объектов культурного наследия для современного использования // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2019. Т. 1. С. 350–355.
2. Барсукова Н. И. Дизайн-формы как визуальные ориентиры городской среды // Bibloid. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dizayn-formy-kak-vizualnye-orientiry-gorodskoy-sredy/viewer> (дата обращения: 29.05.2022).
3. Назарова А. М. Объект культурного наследия как инструмент развития территории // Bibloid. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obekt-kulturnogo-naslediya-kak-instrument-razvitiya-territorii/viewer> (дата обращения: 21.05.2022).
4. Анохин А. Ю. Современные технологии ревитализации и реновации объектов историко-культурного наследия // Проблемы, опыт и перспективы туризма, сервиса и социокультурной деятельности в России и за рубежом: сб. статей по материалам III Междунар. науч.-практ. интернет-конф. / отв. ред. О. А. Лях. Чита: Забайкальский государственный университет, 2016. С. 8–21.
5. Гельфонд А. Л. Концепция формирования потенциальных пространственных каркасов исторических поселений // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 1. С. 26–34. DOI: 10.22337/2077–9038-2019-1-26-34
6. Великий Новгород. Торг. Торговая сторона // LIVEJOURNAL [сайт]. URL: <https://dergachev-va.livejournal.com/317570.html> (дата обращения: 10.05.2022).
7. Степанова Е. М. Необходимость формирования комфортной городской среды и факторы, препятствующие этому процессу в России // Молодой ученый. 2019. № 49 (287). С. 542–545.

Об авторах

Савинова Лилия Борисовна – студент-магистрант, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: lili97@list.ru

О рецензенте

Гаврилов Алексей Михайлович – кандидат педагогических наук, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Alexey.Gavrilov@novsu.ru

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КАРБОНИТРИРОВАННЫЕ КОБАЛЬТ-ВОЛЬФРАМОВЫЕ ПОКРЫТИЯ

Тихонов А. А.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *atnu1@yandex.ru*

ELECTROLYTIC CARBONITRIATED COBALT-TUNGSTEN COATINGS

Tikhonov A. A.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *atnu1@yandex.ru*

Аннотация. Разработана технология получения электролитических карбонитрированных кобальт-вольфрамовых покрытий. Вначале из цитратного электролита с комплексной добавкой для вольфрамово-кобальтовых (ВК) электролитов наносили электролитические кобальт-вольфрамовые покрытия, а затем проводили их карбонитрирование. Изучено влияние режимов электролиза и добавки ВК на состав и качество электроосаждаемых покрытий. Исследовано влияние карбонитрирования на микротвёрдость и адгезию кобальт-вольфрамовых покрытий.

Ключевые слова: *кобальт-вольфрамовые покрытия; электролит; карбонитрирование; адгезия.*

Abstract. A technology for obtaining electrolytic carbonitrated cobalt-tungsten coatings has been developed. First, electrolytic cobalt-tungsten coatings were deposited from a citrate electrolyte with the addition of VC, and then they were carbonitrated. The effect of electrolysis regimes and the addition of VC on the composition and quality of electrodeposited coatings has been studied. The influence of carbonitriding on the microhardness and adhesion of cobalt-tungsten coatings has been studied.

Keywords: *cobalt-tungsten coatings; electrolyte; carbonitriding; adhesion.*

Введение. Кобальт-вольфрамовые электролитические сплавы весьма перспективны, так как могут найти широкое применение во многих отраслях промышленности из-за уникальных свойств, которые могут регулироваться не только за счёт изменения химического состава сплава, но и из-за возможности создания различных структур: аморфных, наноструктурных или традиционных кристаллических. Вольфрамокобальтовые сплавы обладают высокой жаропрочностью, каталитической способностью, барьерными и магнитными свойствами, высокой коррозионной стойкостью, твёрдостью и износостойкостью. Вольфрамокобальтовые покрытия, в отличие от

гальванических хромовых, сохраняют значительную твёрдость до высоких температур [1–3]. Тем не менее, их твёрдость и износостойкость можно повысить. Цель данной работы – улучшить свойства кобальт-вольфрамовых Co-W покрытий за счёт введения в состав электролита добавок и подбора состава для карбонитрирования. В частности, имеются резервы по увеличению износостойкости и твёрдости покрытий за счёт повышения содержания вольфрама и карбида вольфрама в покрытии.

Методика выполнения экспериментов и использованные материалы. Образцы изготавливали из стали У10А с размерами 15×10×1 мм. Перед нанесением покрытия их обезжиривали венской известью, декапировали в 20%-ном растворе серной кислоты, промывали дистиллированной водой. Для приготовления электролитов использовали дистиллированную воду и химически чистые химикаты. Электроосаждение покрытий выполняли с помощью выпрямителя со стабилизацией тока ВПТГ-3 в ванне объёмом 1 литр, снабжённой системой термостабилизации. Электролит перемешивали со скоростью 60 об/мин. Аноды использовали кобальтовые. Выход по току и толщину покрытий определяли весовым методом (по привесу покрытия) на аналитических весах. Состав покрытия Co-W определяли аналитическим способом. Микротвёрдость покрытий определяли с помощью микротвёрдомера ПМТ-3. Измерения микротвёрдости, состава покрытия, степени блеска выполняли по методикам, представленным в работе [4]. Карбонитрирование проводили в печи СНОЛ 1.6х2.6х1/9И с помощью цементационного стального ящика с крышкой. В ящик помещали смесь для карбонитрирования, в которую укладывали образцы. В тех случаях, когда использовали обмазку, то на образцы вначале наносили обмазку, а затем укладывали в смесь для карбонитрирования. Карбонитрирование выполняли в составах, рекомендуемых в работах [5, 6]. При укладке образцов соблюдали известный способ укладки деталей в цементационный ящик и его герметизацию [7]. Прочность сцепления покрытий проверялась методами: нагрева, нанесения сетки царапин (рисок) и крацевания латунной щёткой.

Результаты экспериментов и обсуждение. Электрохимические покрытия Co-W наносили из составов цитратных электролитов, которые приведены в таблице 1. В электролиты вводили комплексную добавку для вольфрамово-кобальтовых электролитов ВК. Оптимальную концентрацию добавки ВК в электролите определяли по внешнему виду электроосаждаемых покрытий, выходу по току и концентрации вольфрама.

Таблица 1. Составы электролитов и режимы электроосаждения сплавов Co-W

Компоненты (г/л) и режимы	Электролит 1	Электролит 2
Кобальт хлористый	10	25
Вольфрамат натрия	40	50
Лимонная кислота	90	60
Добавка ВК	0,5–100	10
Температура, °С	60	60
рН	8	8
Катодная плотность тока, А/дм ²	1–10	1–10

Для этого использовали электролит 1, в котором электроосаждали Co-W покрытия при катодной плотности тока (Дк) 10А/дм². Результаты представлены в таблице 2. Выход по току определяли по массе электроосаждённого покрытия кобальт-вольфрам. При этом для расчёта использовали округлённое значение электрохимического эквивалента сплава кобальт-вольфрам – 1.1 г/А ч, так как электрохимический эквивалент кобальта двухвалентного равен 1.099 г/А ч, а для шестивалентного вольфрама – 1.14 г/А ч.

Таблица 2. Влияние концентрации добавки ВК в электролите 1 на выход по току и внешний вид покрытий кобальт-вольфрам

Содержание добавки ВК, г/л	0,5	10	100
Выход по току, %	68	53	21
Внешний вид покрытия	Полублестящие с серым оттенком	Блестящие, светлые	Блестящие с трещинами

Как видно из таблицы 2, наиболее качественные блестящие, светлые покрытия осаждались при концентрации добавки ВК 10 г/л, при этом выход по току снижался, но не очень сильно, по сравнению с покрытиями, осаждаемыми при концентрации добавки ВК 0,5 г/л. Co-W покрытия, осаждаемые из электролита 1 без добавок, по внешнему виду почти не отличались от покрытий, полученных в электролите с добавкой ВК концентрацией 0,5 г/л. Применение добавки ВК концентрацией 100 г/л приводило к образованию хрупких микротрещиноватых покрытий. Остальные эксперименты выполняли в электролитах 1 и 2 с концентрацией добавки 10 г/л.

Прежде всего, определили влияние концентраций солей кобальта, вольфрама и катодной плотности тока на состав сплава. Как следует из данных, представленных в таблице 3, наибольшую концентрацию вольфрама 55,1% в электролитическом сплаве кобальт-вольфрам имели покрытия, полученные

при соотношении кобальта хлористого: вольфрамата натрия: Дк равном 10:40:10. Это связано с тем, что электроосаждение выполнялось при максимальной плотности тока 10 А/дм^2 из электролита с наименьшим отношением кобальта к вольфраму. При таком же соотношении солей кобальта и вольфрама в электролите 1, но при более низкой плотности тока 5 А/дм^2 , осаждались покрытия с содержанием вольфрама 48,5%. Таким образом, снижение плотности тока уменьшает концентрацию вольфрама в сплаве кобальт-вольфрам.

Таблица 3. Влияние концентраций солей кобальта, вольфрама и катодной плотности тока на состав сплава кобальт-вольфрам, осаждаемые из электролитов 1 и 2

Концентрация (г/л) кобальта хлористого: вольфрамата натрия: Дк, А/дм^2	25:50:5	25:50:10	10:40:5	10:40:10
Содержание вольфрама в сплаве, % по массе	31,3	42,9	48,5	55,1

Самое низкое содержание вольфрама 31,3% в покрытиях кобальт-вольфрам получали при наибольшем отношении солей кобальта к вольфрамовым соединениям и наиболее низкой плотности тока 5 А/дм^2 . Таким образом, повышение катодной плотности тока, увеличение концентрации вольфрамата натрия в электролите повышает содержание вольфрама в электролитическом сплаве кобальт-вольфрам. Содержание вольфрама в покрытии кобальт-вольфрам, полученных в электролите 1 при Дк = 10 А/дм^2 , но без добавки ВК, составило 49,8%. Это почти на 5% меньше, по сравнению с концентрацией вольфрама в покрытии кобальт-вольфрам при электроосаждении в аналогичных условиях, но с концентрацией добавкой ВК 10 г/л в электролите 1. Для повышения адгезии и снижения внутренних напряжений кобальт-вольфрамовые покрытия отжигали. Отжиг кобальт-вольфрамовых покрытий повышает их микротвёрдость. Гальванические осадки сплавов кобальт-вольфрам в основном представляют собой твёрдые растворы. После отжиг сплавов кобальт-вольфрам при температуре 600°C в течение одного часа наблюдается повышение микротвёрдости за счёт образования фазы Co_3W . Микротвёрдость свежееосаждённых сплавов кобальт-вольфрам составляла 4,45–6,94 ГПа, а после отжига 6,47–9,50 ГПа. Микротвёрдость, как свежееосаждённых, так и оттожжённых образцов увеличивалась, по мере повышения содержания вольфрама от 31,3 до 55,1%. Для дальнейшего повышения твёрдости и износостойкости электролитических сплавов

проводилась химико-термическая обработка. В результате карбонитрирования в покрытиях кобальт-вольфрам могут образоваться карбиды, нитриды и карбонитриды вольфрама. В таблице 4 представлены составы и режимы для карбонитрирования, использованные для упрочнения кобальт-вольфрамовых покрытий.

Таблица 4. Составы и режимы для карбонитрирования кобальт-вольфрамовых покрытий

Компоненты (в % объёмные) и режимы	Состав «А» для карбонитрирования	Состав «Б» для карбонитрирования
Кальций углекислый		5
Карбамид	10–15	
Трилон Б	10–15	
Триэтаноламин	10–15	
Натрий углекислый		5
Калий железосинеродистый		70
Древесный уголь	Остальное	Остальное
Лак НЦ222 до получения пасты	–	+
Температура, °С	600	600
Время выдержки, ч	2	2
Микротвёрдость, ГПа	10,8	9,7

Покрытия кобальт-вольфрам по толщине не превышали 50 мкм. Поэтому время цементации и карбонитрирования, при указанной в таблице 4 температуре, выбрано 2 часа, что вполне достаточно для насыщения углеродом и азотом электролитического покрытия по всей толщине. Как видно из таблицы 4, микротвёрдость покрытий кобальт-вольфрам с содержанием вольфрама 55,1% выше при карбонитрировании в составе А. Это, вероятно, связано с более высоким углеродным потенциалом этого состава. Проводились испытания покрытых образцов на адгезию. Свежеосаждённые образцы с содержанием вольфрама 55,1% не выдержали испытаний, в отличие от образцов с концентрацией вольфрама 31,3%. Это связано с высокими внутренними напряжениями, возникающими при осаждении сплавов с высокой концентрацией вольфрама. Отожжённые кобальт-вольфрамовые покрытия, содержащие как 31,3%, так и 55,1% вольфрама, выдержали все испытания на прочность сцепления. Это относится к тем покрытиям, которые нагревались и охлаждались с низкой скоростью. При этом скорость нагрева составляла не более 100 °С/ч, а охлаждение выполняли вместе с печью при отключенном нагреве. Испытания на адгезию не выдержали карбонитрированные кобальт-

вольфрамовые (55,1%) покрытия. В то время как предварительно отожжённые образцы с кобальт-вольфрамовым покрытием аналогичного состава, подвергнутые карбонитрированию, выдержали испытания на адгезию. Это, по-видимому, связано с тем, что, если сразу выполнять ХТО без предварительного отжига, то в процессе карбонитрирования происходит одновременное образование как фазы Co_3W , так и карбидов, нитридов и карбонитридов вольфрама. В то время, как в оттождённых кобальт-вольфрамовых покрытиях в начале образуется фаза Co_3W и успевает произойти релаксация перед карбонитрированием. Адгезия и внутренние напряжения кобальт-вольфрамовых покрытий существенно зависят и от содержания вольфрама. Так, покрытия с более низкой концентрацией вольфрама 31,3% выдержали все испытания на адгезию, как в свежесозданном состоянии, так и в оттожённом и карбонитрированном состоянии.

Выводы. Таким образом, в результате проведённых исследований разработана технология электроосаждения кобальт-вольфрамового сплава из цитратного электролита с добавкой ВК, которая повышает содержание вольфрама в сплаве, степень блеска, но снижает выход по току. Изучено влияние состава кобальт-вольфрамового электролитического сплава на микротвёрдость свежесозданных, оттожённых и карбонитрированных покрытий. Наиболее твёрдые кобальт-вольфрамовые покрытия имели в своём составе 55,1% вольфрама и получались после карбонитрирования в составе «А». Установлено, что кобальт-вольфрамовые покрытия с содержанием вольфрама 55,1% имели наибольшую адгезию после отжига или карбонитрирования с предшествующим отжигом.

Список литературы

1. Вячеславов П. М. Электролитическое осаждение сплавов. Ленинград: Машиностроение, 1986. 112 с.
2. Шишкина Л. В., Карабанов С. М., Локштанова О. Г. Опыт разработки и применения электролитических покрытий, используемых в промышленном производстве магнитоуправляемых контактов (герконов) // Гальванотехника и обработка поверхности. 2011. Т. 19, № 2. С. 20–26.
3. Цынцару Н. И. Электроосаждение сплавов кобальт-вольфрам и их использование для обработки поверхности // Электрохимия. 2016. Т. 52, № 11. С. 1168–1175.
4. Вячеславов П. М., Шмелёва Н. М. Контроль электролитов и покрытий. Ленинград: Машиностроение, 1985. 96 с.
5. Тарасов А. Н., Шалагинов С. Л., Макаровский В. А. Патент RU 2314363 С1. Оpubл.: 10.01.2008.
6. Калмыков В. И., Костин Н. А., Трусова Е. В., Белан А. А. Цианирование стали Х12Ф в экологически чистой азотисто-углеродной среде // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер.: Техника и технологии. 2012. № 2–3. С. 137–139.
7. Борисенок Л. А., Васильев Г. В., Ворошнин Л. Г. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник / под ред. Л. С. Ляховича. Москва: Металлургия, 1986. 424 с.

Об авторах

Тихонов Александр Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: atn1@yandex.ru

О рецензенте

Филиппов Дмитрий Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Dmitry.Filippov@novsu.ru

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ Co-W-WC ПОКРЫТИЙ НА ПОСТОЯННОМ И ИМПУЛЬСНОМ ТОКЕ

Тихонов А. А., Гареев В. М., Арендателева С. И., Попов В. А., Летенков О. В.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *atnu1@yandex.ru*

ELECTRODEPOSITION OF Co-W- WC COATINGS ON DIRECT AND PULSE CURRENT

Tikhonov A. A., Gareev V. M., Arendateleva S. I., Popov V. A., Letenkov O. V.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *atnu1@yandex.ru*

Аннотация. Разработана технология получения композиционных кобальт-вольфрам-карбид вольфрамовых покрытий и изучены их свойства. Покрытия получали как электроосаждением с использованием импульсного тока, так и электронатирированием с применением постоянного тока. Изучено влияние состава электролита, режимов электроосаждения и электронатирирования на скорость нанесения покрытий, их состав и микротвёрдость.

Ключевые слова: кобальт-вольфрам-карбид вольфрамовые покрытия; импульсный ток; электронатирирование; электроосаждение.

Abstract. A technology for obtaining composite cobalt-tungsten-tungsten carbide coatings has been developed and their properties have been studied. Coatings were obtained both by electrodeposition using pulsed current and by electron rubbing using direct current. The effect of the electrolyte composition, electrodeposition and electron rubbing modes on the rate of coating deposition, their composition, and microhardness has been studied.

Keywords: cobalt-tungsten-carbide tungsten coatings; pulsed current; electron rubbing; electrodeposition.

Введение. Известен способ нанесения кобальт-вольфрам-карбид вольфрамовых (Co-W-WC) покрытий [1]. Эта запатентованная технология, хотя и позволяет получать твёрдые и износостойкие Co-W-WC покрытия, однако, не в полной мере позволила реализовать все достоинства этого способа нанесения покрытий. Имеются резервы по увеличению износостойкости и твёрдости покрытий за счёт повышения содержания вольфрама и WC в покрытии. Также имеет практический интерес технология получения локальных покрытий Co-W-WC. Это позволит экономить

материалы, химикаты и улучшить экологические параметры процесса нанесения покрытия.

Решить поставленные задачи можно за счёт оптимизации режимов нанесения Co-W-WC покрытий импульсным током и применения метода электронатирания для нанесения этих покрытий.

Известно, что электроосаждение импульсным током позволяет: получать более мелкозернистые или аморфные покрытия с улучшенными свойствами, повышать степень блеска, понизить внутренние напряжения и наводороживаемость покрытий, регулировать состав сплава, повысить содержание второй фазы при электроосаждении композиционных электрохимических покрытий (КЭП) [2, 3].

Второе направление совершенствования процесса нанесения покрытий Co-W-WC связано с электронатиранием. В этом процессе используется минимальное количество электролита. Функцию гальванической ванны выполняет пористый материал, пропитанный электролитом. Это позволяет легко наносить локальные покрытия, снижает экологическую опасность процесса. Электронатирание можно выполнять с более высокими катодными плотностями тока за счёт интенсивного перемешивания электролита в прикатодном слое [4, 5].

Методика выполнения экспериментов и использованные материалы. Образцы изготавливали из стали У10А. В качестве образцов для нанесения сплавов Co-W-WC в лабораторной ванне использовали пластины 15×10×1 мм. Для нанесения покрытий методом электронатирания применяли пластины размером 40×60×1 мм. Образцы, перед нанесением покрытий, полировали, обезжиривали венской известью, декапировали в 20%-ном растворе серной кислоты, промывали в дистиллированной воде. Для приготовления электролитов использовали дистиллированную воду и химически чистые химикаты. В электролите использовали порошкообразный карбид вольфрама ТУ 48-19-540-92 марки WC 250/0,4 дисперсности $0,4 \pm 0,1$ мкм. Электролит в лабораторной ванне перемешивали со скоростью 60 об/мин. Аноды использовали кобальтовые. Для электронатирания применяли анод-инструменты площадью $3,75 \text{ см}^2$. Методика выполнения электронатирания приведена в работе [6]. Электроосаждение покрытий в лабораторной ванне выполняли с помощью установки конструкции В. М. Гареева. Выход по току и толщину покрытий определяли весовым методом. Состав покрытия Co-W-WC определяли аналитическими способами, микротвёрдость покрытий – с помощью микротвёрдомера ПМТ-3. Измерения микротвёрдости, состава покрытия, степени блеска выполняли по методикам, представленным в работе [7].

Результаты экспериментов и обсуждения. Покрытия наносили с помощью электролитов, составы которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Составы электролитов и режимы электроосаждения Co-W-WC

Компоненты (г/л) и режимы	1	2	3
Кобальт сернокислый	12	15	40–50
Вольфрамат натрия	40	100	80–100
Цитрат аммония	40	60	60–90
Карбид вольфрама	10	50	70
Температура, °C	60	60	60
pH	4	8	8
Катодная плотность тока, А/дм ²	5–10	5–10	10–20

Электролиты 1 и 2, представленные в таблице 1, предназначены для нанесения покрытий в стационарной гальванической ванне, а электролит 3 – для электроосаждения покрытий методом электронатирания. В связи с этим, в электролите 3 использовали высокие катодные плотности и концентрации металлосодержащих солей. Вначале в лабораторной гальванической ванне изучалось влияние соотношения концентраций соединений кобальта, вольфрама и режимов электроосаждения покрытий на содержание в нём вольфрама и карбида вольфрама. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние вида тока и отношения концентраций солей кобальта, вольфрама на скорость нанесения покрытий, внешний вид, содержание вольфрама и карбида вольфрама

Отношение концентраций кобальта сернокислого к вольфрамату натрия (г/л) и вид тока	12/40 в электролите 1, импульсный	15/100 в электролите 2, импульсный	15/100 в электролите 2, постоянный
Содержание вольфрама в сплаве, %	28,7	37,4	32,1
Содержание карбида вольфрама, %	8,2	10,3	4,7

В таблице 2 приведены результаты, полученные при электроосаждении покрытий в лабораторной ванне с применением средней катодной плотности импульсного и постоянного тока 10 А/дм². Прямоугольный импульсный ток имел время импульса 3 мс и паузу такой же продолжительности. В этих условиях скорость нанесения покрытий составила 47,5–58,0 мкм/ч. Покрытия

осаждались от полублестящих до блестящих в зависимости от условий электроосаждения, содержания карбида вольфрама и толщины покрытия. Степень блеска уменьшалась с повышением концентрации карбида вольфрама в покрытии и увеличением толщины покрытия. Как видно, из результатов, приведённых в таблице 2, с повышением концентрации вольфрамата натрия в электролите увеличивается содержание вольфрама в покрытии Co-W-WC. При этом, при электроосаждении покрытий на импульсном токе содержание вольфрама в сплаве Co-W-WC увеличилось примерно на 5% при одинаковых концентрациях металлосодержащих соединений в электролите. На содержание вольфрама в покрытие влияет ряд факторов. Во-первых, карбид вольфрама может разрушать прикатодный слой, состоящий из ионов вольфрама, а так как карбид вольфрама электроосаждается больше на импульсном токе, то этот фактор должен уменьшать концентрацию вольфрама в покрытиях, полученных на импульсном токе. Однако, электроосаждение на импульсном токе идёт при более отрицательных потенциалах, и это повышает содержание вольфрама в большей степени, чем влияние карбида вольфрама на состав сплава. Карбид вольфрама осаждается в покрытие Co-W-WC почти в два раза больше на импульсном токе (8,2–10,3%), чем на постоянном токе (4,7%). По-видимому, это связано с тем, что при электроосаждении на импульсном токе, во время паузы, карбид вольфрама адсорбируется на поверхности катода больше, чем при электроосаждении на постоянном токе. Для проверки этой гипотезы выполнили электроосаждение кобальт-вольфрам-карбид вольфрама в электролите 2 с использованием импульсного тока средней катодной плотности тока 10 А/дм^2 с аналогичной продолжительностью импульса 3 мс, но с увеличенной в 3 раза паузой (9 мс). В этих условиях действительно произошло небольшое увеличение содержания карбида вольфрама до 12,2% по массе, но уменьшилось содержание вольфрама в сплаве до 35,1%.

Далее отрабатывалась технология нанесения Co-W-WC покрытий методом электронатирания. Для этого использовался электролит 3, представленный в таблице 1. Электронатирание проводили на постоянном токе, так как при электронатирании и на постоянном токе могут достигаться высокие катодные плотности тока, особенно в электрохимических процессах с лимитирующей диффузионной стадией процесса. Это связано с интенсивным перемешиванием электролита непосредственно у катода. В таблице 3 приведена скорость нанесения покрытий Co-W-WC в зависимости от катодной плотности тока.

Таблица 3. Влияние катодной плотности тока на скорость нанесения покрытий Co-W-WC, полученных электронатирированием электрод-инструментом площадью 3,75см²

Параметры	Катодная плотность тока в А/дм ²		
	10	20	30
Скорость, мкм/ч	64,7	74,8	77,2

С увеличением катодной плотности тока возрастает и скорость нанесения покрытий. Если при повышении катодной плотности тока с 10 до 20 А/дм² скорость электронатирирования увеличились на 10,1 мкм/ч, то при повышении катодной плотности тока с 20 до 30 А/дм² скорость нанесения покрытия возросла только на 2,4 мкм/ч. Такое низкое приращение скорости нанесения покрытия в диапазоне с 20 до 30 А/дм² связано с резким снижением выхода по току при катодной плотности тока 30 А/дм². Это приводит к ухудшению качества покрытия. Если при катодных плотностях тока 10–20 А/дм² наносятся покрытия от блестящих до полублестящих, то при катодной плотности 30 А/дм² электронатирируются матовые покрытия. По-видимому, это связано со снижением выхода по току и защелачиванием прикатодного пространства, которое в большей степени проявляется при катодной плотности тока 30 А/дм². Увеличение катодной плотности тока 10 и 20 А/дм² повышает микротвёрдость покрытий, полученных электронатирированием, с 6,7 до 7,8 ГПа. Это может быть связано с формированием более мелкозернистого покрытия и увеличением концентрации вольфрама в покрытии.

Результаты измерения микротвёрдости Co-W-WC, электроосаждённых с применением импульсного тока в лабораторной ванне, даны в таблице 4.

Таблица 4. Влияние состава Co-W-WC покрытий на микротвёрдость

Исходный состав сплава	W 28,7%, WC 8,2%, остальное Co	W 37,4%, WC 10,3%, остальное Co	W 35,1%, WC 12,2%, остальное Co
Микротвёрдость, ГПа	8,3	9,4	10,7

Как видно из таблицы 4, микротвёрдость Co-W-WC покрытий увеличивается с повышением содержания карбида вольфрама и вольфрама, т. е. с возрастанием в покрытии более твёрдых, чем кобальт компонентов. При этом вклад в повышение микротвёрдости покрытия, при повышении содержания карбида вольфрама в покрытии (как более твёрдого компонента покрытия), больше. Это можно наблюдать, сравнив микротвёрдость свежееосаждённых

покрытий с концентрацией карбида вольфрама 10,3% и с содержанием карбида вольфрама 12,2%. Кроме этого, ультрадисперсные частицы карбида вольфрама способствуют получению более мелкозернистого покрытия с улучшенными свойствами. Микротвёрдость покрытий, нанесённых электронатирием, ниже, чем у лучших образцов, полученных в лабораторной ванне с применением импульсного тока. Наиболее вероятно, что это связано с более низкой концентрацией вольфрама и карбилов вольфрама, электроосаждённых электронатирием. Это может произойти, несмотря на более высокую концентрацию карбида вольфрама в электролите 3 для электронатирания, по сравнению с содержанием карбида вольфрама в электролите 2, который использовался для нанесения покрытия в лабораторной ванне. Этот парадокс можно объяснить тем, что при электронатирании частицы карбида вольфрама в меньшей степени зарастают в покрытие из-за движения электрода-инструмента по поверхности катода, которое затрудняет фиксацию частиц карбида вольфрама на поверхности покрытия. Это косвенно подтверждается тем, что при электронатирании шероховатость покрытия меньше, а степень блеска выше, по сравнению с покрытиями, полученными в лабораторной ванне.

Выводы. Таким образом, в результате проведённых исследований, разработаны две технологии получения твёрдых Co-W-WC. Первая технология – это процесс электроосаждения покрытий с помощью импульсного тока в гальванической ванне. Вторая технология состоит из электронатирания Co-W-WC с применением постоянного тока. Определены скорости нанесения покрытий и влияние катодной плотности на скорости электроосаждения, электронатирания и качество покрытий. Изучено влияние состава покрытий на микротвёрдость Co-W-WC. Максимальной микротвёрдостью обладают электролитические Co-W-WC покрытия, содержащие вольфрама 35,1–37,4%, а карбид вольфрама – 10,3–12,2% и полученные по первой технологии. Установлено, что увеличение паузы в импульсном режиме приводит к повышению содержания карбида вольфрама в КЭП до 12,2%. Твёрдость у покрытий, полученных по второй технологии электронатирием, немного ниже. При этом вторая технология в меньшей степени загрязняет окружающую среду и позволяет наносить локальные покрытия даже на изделия, не помещающиеся в гальваническую ванну.

Список литературы

1. Тихонов А. А. Патент RU 2463392. Опубл.: 10.10.2012. Бюл. № 28.
2. Киреев С. Ю. Интенсификация процессов электроосаждения металлов с использованием различных режимов импульсного электролиза // Перспективные материалы. 2016. № 11. С. 5–15.

3. Кругликов С. С., Царькова Т. Г., Кругликова Е. С., Воробьёва О. И., Нефёдова Н. В. // Гальванотехника и обработка поверхности. 2020. Т. 28, № 2. С. 65–73.
4. Ившин Я. В., Кайдриков Р. А. Нанесение покрытий методом селективного электроплатирования. Ч. 1. Особенности процесса // Гальванотехника и обработка поверхности. 2014. Т. 22, № 3. С. 34–39.
5. Tikhonov A. A., Filippov D. A., Arendateleva S. I., Popov V. A., Perepelitsa T. I. Electrodeposition by rubbing. The method of calculating the modes and the development of the high-speed copper plating process // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 939. 012078. DOI: 10.1088/1757-899X/939/1/012078
6. Tikhonov A. A. Metallization of aluminum alloys with electrodeposition by rubbing // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 939. 012077. DOI: 10.1088/1757-899X/939/1/012077
7. Вячеславов П. М., Шмелёва Н. М. Контроль электролитов и покрытий. Ленинград: Машиностроение, 1985. 96 с.

Об авторах

Тихонов Александр Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: atn1@yandex.ru

Гареев Владимир Михайлович – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: vladimir.gareev@novsu.ru

Арендателева Светлана Ивановна – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: svetlana.arendateleva@novsu.ru

Попов Владимир Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Vladimir.Popov@novsu.ru

Летенков Олег Викторович – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Oleg.Letenkov@novsu.ru

О рецензенте

Филиппов Дмитрий Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Dmitry.Filippov@novsu.ru

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ИГРУШКИ «ТАКТИЛЬНЫЙ САМОЛЕТ» ДЛЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ РАБОТЫ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

Токарев В. Е., Третьякова Е. Д.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *cathippo@mail.ru*

3D MODELING AND PROTOTYPING OF THE “TACTILE AIR-CRAFT” TOY FOR CHILDREN WITH VISUAL ANALYZER MALFUNCTION

Tokarev V. E., Tretyakova E. D.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *cathippo@mail.ru*

Аннотация. В статье представлена описательная часть разработки развивающей игрушки «Тактильный самолет» для детей с нарушением зрительного анализатора. Разработан дизайн игрушки и выполнено 3D-моделирование и печать первого прототипа. Авторы в статье обосновывают необходимость использования данной разработки в связи с особенностями детей с ОВЗ.

Ключевые слова: *дети с нарушением зрения; Autodesk 3ds Max; Pixologic Zbrush; ОВЗ; методическое пособие; 3D-моделирование; 3D-печать.*

Abstract. The article presents a descriptive part of the development of the educational toy "Tactile Airplane" for children with visual analyzer malfunction. The design of the toy was developed and 3d-modeling and printing of the first prototype was completed. The authors in the article substantiate the need to use this development in connection with the characteristics of children with disabilities.

Keywords: *children with visual analyzer malfunction; Autodesk 3ds Max; Pixologic Zbrush; children with disabilities; methodical manual; 3D modeling; 3D printing.*

Восприятие физических свойств, пространственных признаков и отношений предметов основано на взаимодействии различных анализаторов: зрительного, двигательного, осязательного, кинестетического и других, а развитие процессов восприятия, речи и мышления происходит неразрывно [1]. Именно поэтому необходимо выполнять комплексную образовательную деятельность для детей, имеющих дифференцированные степени нарушения работы и восприятия зрительного анализатора посредством использования современных методических пособий в коррекционной работе с детьми. Проведению данной работы способствуют специально разработанные развивающие игрушки.

Основой разработки «Тактильный самолет» является совмещение крупных форм детской игрушки, сознательно примитивизированной и обобщенной формы с различными разнородными фактурами, маркирующими соединительные узлы импровизированного пазла. Упрощенный подход к трактовке формы и пластики изделия отражает функциональную необходимость снизить сложность восприятия поверхности.

Ребёнок с нарушением зрительного анализатора при поддержке коррекционных педагогов и психологов способен собирать и анализировать с использованием пространственного мышления и своих тактильных ощущений объемную модель самолета, развивая свое представление о мире посредством сохранных анализаторов.

Именно поэтому конструкция методической разработки «Тактильный самолет» продиктована условиями использования игрушки. Простая мягкая расчлененная форма самолета имеет протяженные элементы: корпус, крылья, хвостовое оперение (рисунок 1).

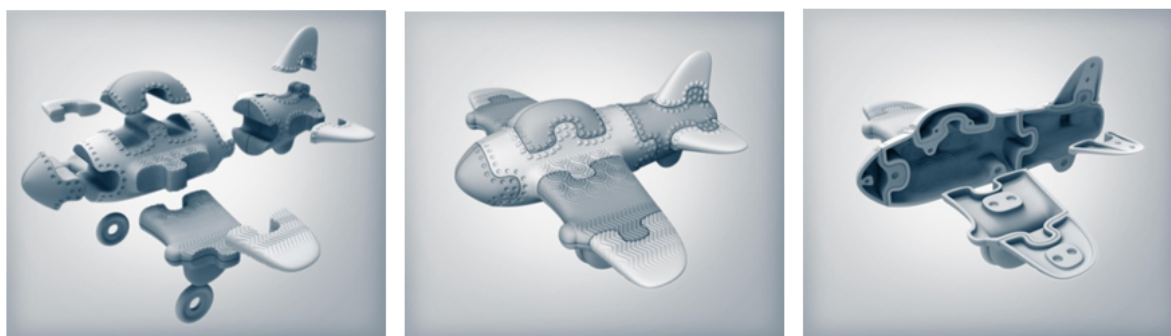


Рисунок 1. Модель игрушки «Тактильный самолет»

Данные элементы легко разбить на составные части пазла, есть возможность для нанесения рисунка фактуры на площадь, достаточную для считывания ребенком, что облегчает понимание структуры и конструкции. Протяженность форм также дает возможность разбора на достаточные по количеству фрагменты головоломки, присутствует осевая симметрия. Детали конструкции самолета стилизованы таким образом, чтобы упростить восприятие, уменьшить перегруз детализацией. Одновременно это позволяет выделить ассиметричные выпуклости формы для облегчения ориентации и сборки фрагментов пазла. Например, на крыльях выполнены фары в виде выпуклостей, створки шасси объединены в один объем с фрагментом крыла, хвостовое колесо редуцировано до выпуклого объема, очерчивающего габариты детали, это позволяет составить целостную картину представления о

летательном аппарате в рамках общих представлений. За прообраз крепления фрагментов головоломки между собой была взята стандартная геометрия пазла «лобзиковая головоломка» (рисунок 2), отличающаяся крепкостью и надежностью соединения.

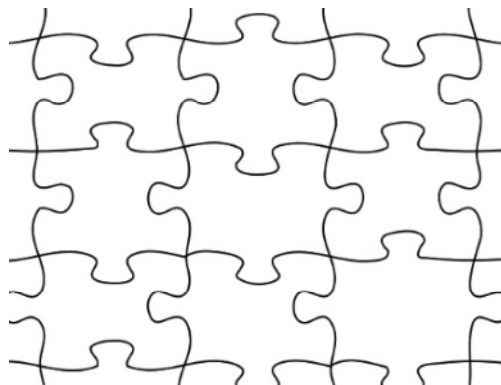


Рисунок 2. Пазл «лобзиковая головоломка»

Данный тип соединения позволяет совмещать фрагменты сдвигом с боковой стороны детали, что усложняет взаимодействие ребенка с изделием и повышает трудоемкость сборки, усиливая обучающий эффект нестандартными действиями. В то же время после печати прототипа выяснились проблемные моменты крепления деталей друг к другу: возможное ошибочное соединение перевернутой детали, повышенная сложность действий для соединения сдвигом сбоку. Для подтверждения этих наблюдений необходима апробация в организации по работе со слабовидящими детьми. Альтернативные варианты соединения предполагают ассиметричные крылья замкового элемента пазла, для невозможности соединения в перевернутом виде, а также вариант с прямым соединением фрагментов деталью трапецевидной формы, усиленной неодимовыми магнитами.

Моделирование базовой сетки выполнено в Autodesk 3ds Max с соблюдением логики моделирования под сглаживание. Процесс моделирования начинался с создания драфта, отражающего общие габариты, сочетание объемов и структуры будущей модели. Затем происходило пошаговое сглаживание на одну итерацию и формирование силуэта и пластики на предварительном этапе. Основной объем топологии составляют четырехугольные полигоны. Настройка сопряжений и скруглений на деталях оформлена модификатором Chamfer.

В целях экономии полиамидного печатного порошка фрагменты головоломки выполнены в виде двух половинок с внутренними пустотами.

Также это предполагает возможность монтажа внутренней электроники, в том числе элементов звуковой индикации правильной сборки пазла. Таким образом, толщина стенок составляет 2,5 мм, что позволяет поддерживать прочность и, одновременно, легкость конструкции. Правильная ориентация половинок фрагмента при склейке достигается расположением на противоположных частях внутренней поверхности замков типа «шип-паз». Перед экспортом в программу высокополигонального скульптинга Pixologic Zbrush выполнено сглаживание и повышение бюджета полигонов сетки модификатором Turbosmooth на несколько итераций, без дополнительных настроек. Экспорт производился в формате fbx, без триангуляции сетки, с целью сохранить ее quad структуру.

Нанесение фактурных неровностей для повышения тактильного эффекта и помощи в ориентации фрагментов головоломки при сборке производилось в приложении для 3D скульптинга Pixologic Zbrush. Детали импортировались в приложение одновременно и разбивались на сабтулы посредством задания различных полигрупп по изолированности топологии. Сетка, созданная вышеприведенным образом, полностью соответствует стандартам и методам работы в приложении, таким образом, не понадобилось никаких дополнительных манипуляций и преобразований. Детализация базовой болванки фактурами выполнялась с помощью проецирования альфа-текстур на поверхность, что значительно ускоряет процесс и возможные правки модели после апробации модели. Кроме того, создание рельефа на Layers позволяет настраивать его выпуклость или отменять его применение без получения артефактов поверхности. Первоначально для зонирования соединений фрагментов головоломки были выбраны несколько паттернов, таких как: зигзаг, волна, выпуклые и вогнутые круги, выпуклые и вогнутые квадраты. В дальнейшем пришлось отказаться от углублений в форме квадрата вследствие плохой тактильной читаемости. Паттерн из волнистых линий совпадал по периоду волны с зигзагообразным, что также затрудняло читаемость. Было принято решение к замене его на более контрастный по рисунку элемент – спираль. Изображения, используемые в качестве альфа-текстур, были созданы предварительно в Adobe Photoshop с разрешением 2К. Процедура их создания сходна с подготовкой карт Displacement. Аналогично им на черном фоне, предполагающем нулевое повышение высоты поверхности, располагаются белые элементы, выступающие над поверхностью. Границы черной и белой зон обрабатываются размытием по Гауссу с небольшим значением 1–2 пиксела, таким образом, избегаются слишком контрастные переходы поверхности с

характерными полигональными лесенками. Края изображения обычно обрабатываются градиентом от прозрачного к черному, от центра к периферии, для создания постепенного спада высот при выдавливании. Этим можно добиться равномерности фактуры и возможности впавления одного паттерна в другой.

На финальных стадиях скульптинга зачастую требуется придать сетке равномерную топологию и дополнительно сгладить неровности перед подготовкой к печати. В таких случаях распространена операция применения динамической сетки Dynamesh с опцией ClayPolish. Разрешение сетки Dynamesh необходимо держать на уровне, при котором не происходит фрагментация фактуры на крупные полигоны. Настройки ClayPolish можно оставить по умолчанию: они и так дают необходимый эффект обработки краев фактуры и деталей. Важно помнить, что применять динамическую сетку требуется к разделенным на разные сабтулы элементам. В противном случае произойдет спайка близко расположенных поверхностей. В случае наличия артефактов и неровностей используется кисть Smooth или разнообразные кисти полировки (Polish, hPolish, sPolish). В случае работы с кистью Smooth процесс облегчается, если пошагово применять ее к одному месту на разных уровнях сглаживания. Не стоит забывать и про функцию Smooth в свитке Tool-Deformations – она применяется ко всей поверхности сабтула (кроме маскированной). Использование масок при нанесении фактур также играет огромную роль: так можно предохранить нежелательные наложения и распространения фактур на не предназначенную для них поверхность. Особенно хорошо это показывает себя с размытием маски плавным градиентом.

При подготовке к печати в Pixologic Zbrush важную роль играет оптимизация сетки, т. е. сокращение количества полигонов до удобоваримого количества. Сетка самолета, неподготовленная к печати, насчитывает примерно 60 миллионов полигонов. Это огромное значение очень удобно для создания и нанесения фактур и финализации поверхности модели с целью достижения качества, но совсем не подходит для промежуточных операций между экспортом в формат стереолитографии и непосредственно печатью [2, 3]. Большой поликаунт требует мощностей для обработки сеток, что в свою очередь сказывается на скорости их обработки перед печатью и экспортом в G-code, а также выдвигает высокие требования к конфигурации обрабатывающих компьютеров. Для децимации применяется плагин Pixologic Decimation Master [4].

При печати прототипа изделия использовался принтер Sinterit Lisa. Данный принтер работает в технологии селективного лазерного спекания (SLS) [5]. При печати использовался полиамидный порошок PA12 smooth, размер гранул 20–100 мкм, термостойкий. Время печати составляло примерно 50 часов, в том числе 2 часа на загрузку и выгрузку, 2 часа на разогрев и час на остывание.

По завершению работы с прототипом необходима апробация. Предполагаемые направления модификации: изменения соединительных элементов, наличие или отсутствие звуковой сигнализации о правильной или ошибочной сборке головоломки, варианты рисунков тактильных фактур, которые помогут максимально разграничить различные фрагменты пазла и не допустить их ошибочного совмещения. Проблемы ориентации фрагментов относительно вертикальной оси также заслуживают внимания. Особенное внимание следует уделить методам оценки процесса тестовой сборки, чтобы в будущем улучшить образовательные и терапевтические свойства игрушек такого рода.

Список литературы

1. Селиванова В. Ф., Хромых А. М., Шипулин Д. А. Психолого-педагогическая характеристика детей с нарушением зрения // Вестник науки. 2019. Т. 4, № 3 (12). С. 54–56.
2. Сбоева И. А., Бородин Ю. Н. Техпроцесс 3d-печати // StudNet. 2021. Т. 4, № 1. С. 110. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehprotsess-3d-pechati> (дата обращения: 28.09.2022).
3. Скороходов Д. М., Бабчеко А. Ю. Анализ технологических возможностей различных методов 3d-печати // Наука без границ. 2020. № 12 (52). С. 22–27.
4. Семенова Е. Г., Махров Н. Г., Борисов С. Г. Внедрение новых методов цифровизации программно-аппаратных комплексов в аддитивном производстве // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2019. № 1 (3). С. 41–48. DOI: 10.30987/article_5c9b8b2dc7e218.14508954
5. Султанова Ф. Р., Нам И. Э., Мирзахакимов С. Б. Технология селективного лазерного спекания (SLS) // Инновационная наука. 2016. № 10–2. С. 119–121.

Об авторах

Токарев Вадим Евгеньевич – старший преподаватель, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: cathippo@mail.ru

Третьякова Елена Дмитриевна – лаборант лаборатории «Прототипирование», студентка, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s247267@std.novsu.ru

О рецензенте

Попов Владимир Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Vladimir.Popov@novsu.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ГСМ В АВТОМОБИЛЕ

Трофимов П. А.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *trofpa@mail.ru*

APPLICATION OF CAPACITIVE SENSORS FOR MONITORING THE QUALITY OF FUEL AND LUBRICANTS IN THE CAR

Trofimov P. A.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *trofpa@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается возможность контроля качества моторных или транс-миссионных масел, применяемых в автомобиле в процессе эксплуатации. Предлагается использование емкостных датчиков для оптимизации периодичности проведения технического обслуживания транспортных средств.

Ключевые слова: емкостные датчики; ГСМ; мониторинг; техническое обслуживание.

Abstract. The article discusses the possibility of quality control of motor or transmission oils used in a car during operation. It is proposed to use capacitive sensors to optimize the frequency of vehicle maintenance.

Keywords: *capacitance sensors; POL; monitoring; maintenance operation.*

Введение. Хорошо известно, что качество горюче-смазочных материалов (ГСМ) оказывает заметное влияние как на ресурс транспортных средств, так и на их эксплуатационные расходы. Особое место среди этих материалов занимают моторные масла, выполняющие ряд важных функций. Наряду с функцией снижения трения трущихся деталей, моторные масла обеспечивают охлаждение цилиндропоршневой группы и удаление загрязнений. Для этого моторные масла должны отвечать большому числу разнообразных показателей, которые сложно контролировать в процессе эксплуатации.

Очевидно, что в процессе эксплуатации качественные показатели моторного масла снижаются. Частично проблема загрязнения масла решается применением фильтрации. На транспорте задачу поддержания качества масел на требуемом уровне, а, следовательно, и задачу увеличения ресурса двигателя

внутреннего сгорания (ДВС), решают через процедуру технического обслуживания, включающего в себя периодическую замену отработанного масла. Оптимизация периодичности работ по замене масла является важной экономической проблемой, поскольку эти работы очень затратны. Это и стоимость нового масла, и фильтров, и стоимость утилизации отработанного материалов, и трудоемкость работ. Особенно актуальна задача оптимизации периодичности замены масла для транспортных средств в больших городах, где двигатель работает в наиболее тяжелом режиме «старт – стоп» из-за большого числа перекрестков, пешеходных переходов и светофоров. Кроме этого, для большинства грузовых автомобилей и автобусов с пробегом характерен значительный долив масла на межсервисном интервале, а это приводит к тому, что моторное масло периодически разбавляется новыми порциями масла и к моменту его замены по регламенту оно еще имеет высокие качественные показатели. Следовательно, с одной стороны увеличение пробега до замены масла позволяет снизить эксплуатационные расходы, но с другой стороны возрастают риски снижения ресурса двигателей и роста этих затрат. На практике задачу оптимизации периодичности замены масла автовладельцы решают на основе рекомендации заводов-изготовителей и работы по замене масел выполняют по рекомендованному пробегу, не учитывающему условия эксплуатации и реальную необходимость в замене.

Основная часть. Автотранспортные предприятия, на балансе у которых имеется большое число транспортных средств с пробегом, превышающим гарантийный, задачу оптимизации периодичности замены масла в двигателе решают различными методами [1]. Чаще всего используется метод определения периодичности технического обслуживания (ТО) по пробегу на основе сложившейся практики. Это облегчает задачу планирования организации ТО. Наряду с этим, периодичность замены масла оценивается по его качеству на основе простейших, визуальных методов или с применением технических средств [2, 3].

Наиболее объективным методом оценки качества моторного масла для определения необходимости его замены является инструментальный метод. В этом случае обеспечивается минимизация затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт, так как учитывается реальное состояние моторного масла с учетом его начального качества, условий эксплуатации и возможных доливов масла, попадание в масло посторонних примесей (топливо, охлаждающая жидкость и др.). Проведенные исследования [4–6] убедительно доказывают наличие прямой зависимости диэлектрической проницаемости моторного и трансмиссионного масел и его качества, зависящего от пробега (рисунки 1 и 2).

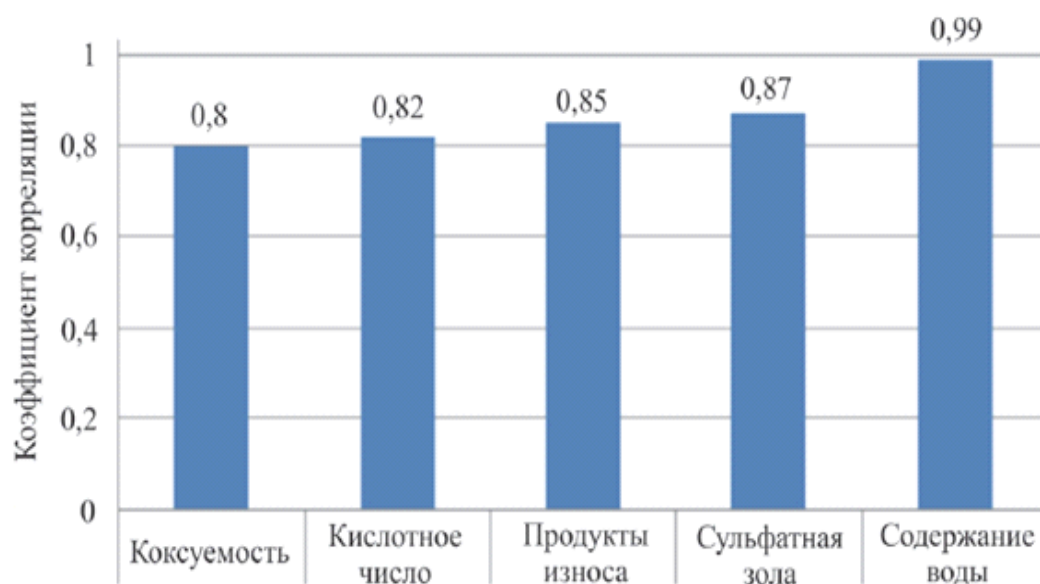


Рисунок 1. Значение коэффициентов корреляции между диэлектрической проницаемостью и показателями моторных масел

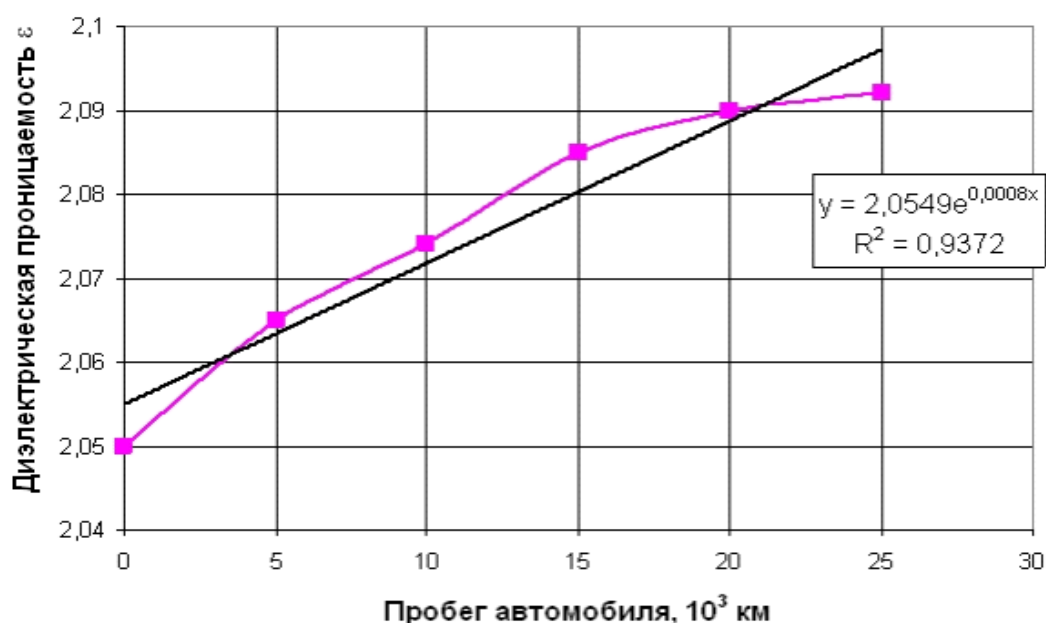


Рисунок 2. График зависимости диэлектрической проницаемости моторного масла от пробега автомобиля

Подученная связь позволяет использовать зависимость емкости конденсатора, заполненного моторным или трансмиссионным маслом для текущего мониторинга на его качества на борту автомобиля, а не по отобраным пробам. Это позволяет упростить процесс такого контроля и своевременно планировать работы по техническому обслуживанию.

В этом направлении проводятся работы, в частности компания Форд разработала датчик качества масла, который контролирует состояние масла в реальном времени и при появлении критического состояния проинформирует водителя об этом. Датчик состоит из диэлектрической подложки с нанесёнными на неё полосками меди в виде зубцов. Эти зубцы образуют обкладки конденсатора. Такая конструкция позволяет разместить датчик между масляным фильтром и блоком двигателя (рисунок 3). Применение датчика качества масла может как увеличить пробег двигателя от замены до замены масла, так и уменьшить его для снижения износа, так как масло можно будет менять по его фактическому состоянию.

Фактическое состояние моторных и трансмиссионных масел напрямую связано с изменением таких его характеристик, как диэлектрическая проницаемость и электропроводность. Изменение этих параметров наиболее просто может быть оценено с помощью емкостного датчика, диэлектриком которого будет анализируемое масло.

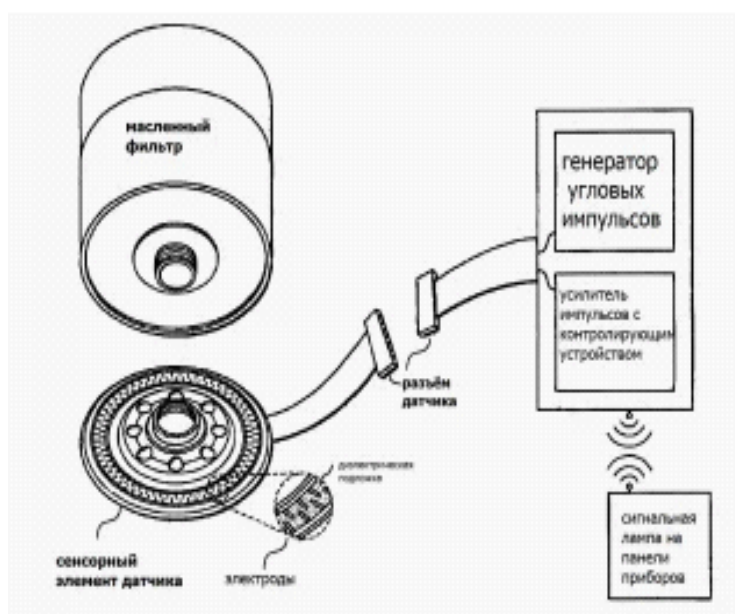


Рисунок 3. Датчик качества моторного масла компании Форд

Применение емкостного датчика для контроля качества моторного масла связано с необходимостью решения ряда задач:

- установка датчика в ДВС должна быть простой, не требующей его сложного переоборудования;
- емкость датчика должна быть много больше паразитной емкости цепи, соединяющей датчик с блоком обработки;

- блок обработки должен быть простым;
- необходимо снизить влияние температуры масла на результаты мониторинга.

Для решения первых двух задач предлагается датчик выполнить в виде плоского конденсатора. Такая конструкция датчика позволяет упростить его изготовление. На цилиндрическом основании, толщиной 4–5 мм и диаметром, совпадающим с диаметром пробки для слива моторного масла, в пазы на расстоянии 0,2 мм устанавливаются металлические пластины толщиной 1 мм. Высота пластин выбирается такой, чтобы не задевать вращающийся коленчатый вал, расположенный над пробкой. Ширина пластин соответствует размеру основания. Поскольку емкость плоского конденсатора определяется известным соотношением:

$$C = \varepsilon \varepsilon_0 S/d,$$

где C – емкость плоского конденсатора, Ф;

ε – диэлектрическая проницаемость моторного масла;

ε_0 – диэлектрическая постоянная, $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

S – площадь перекрытия пластин, м²;

d – расстояние между пластинами, м.

Соединив через одну пластины между собой, получим вывод одной обкладки плоского конденсатора. Оставшиеся пластины соединяются с корпусом сливной пробки. Полученная конструкция плоского конденсатора легко совмещается со сливной пробкой масла в ДВС или КПП. Предлагаемая конструкция датчика приведена на рисунке 4.

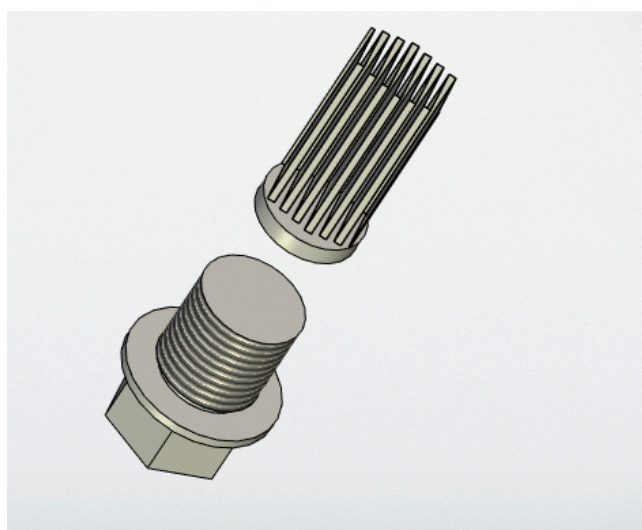


Рисунок 4. Конструкция емкостного датчика качества моторного масла

Размещение датчика на корпусе пробки для слива масла из ДВС позволяет обеспечить его простую установку и чувствительность датчика не только к качеству моторного масла, но и к его уровню и наличию металлических опилок, воды или охлаждающей жидкости. Все это негативно влияет на качество масла и требует срочных работ по ТО. Расчеты показывают, что емкость такого датчика достаточно велика и составляет 150–200 пФ, что существенно больше паразитных емкостей. Это важно для повышения точности контроля состояния масла в ДВС.

Поскольку для принятия решения о необходимости замены масла достаточно получить оценку того, что по комплексному показателю этого качества уже пора планировать работы по техническому обслуживанию, можно свести измерение емкости датчика к оценке изменения частоты импульсного RC-генератора. При такой схеме обработки информации потребуется только предварительная калибровка, заключающаяся в установке порогового значения, при котором уже возникает необходимость замены масла. Отключение индикации на время прогрева ДВС схема позволит просто решить задачу исключения влияния температуры масла на оценку его качества, так как решение будет приниматься уже на прогревом ДВС. Для этого можно использовать сигнал штатного датчика температуры. Структурная схема устройства обработки сигнала емкостного датчика качества моторного масла приведена на рисунке 5.

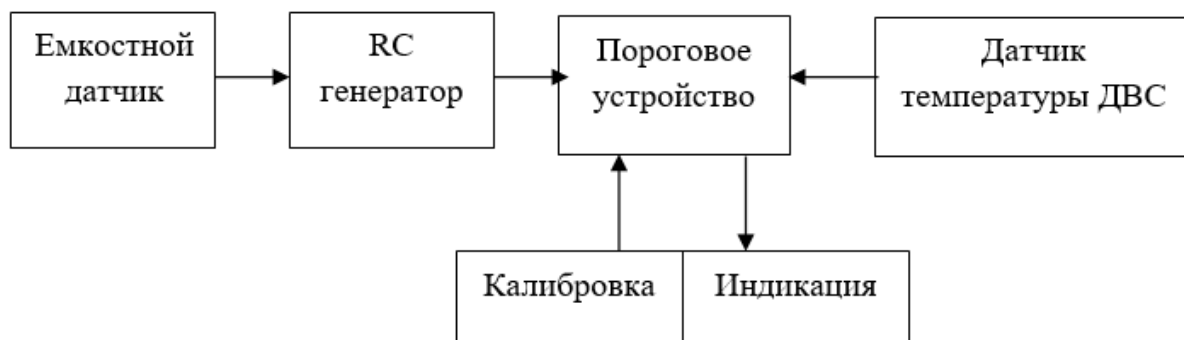


Рисунок 5. Структурная схема устройства обработки

В реальном устройстве схему можно значительно упростить, если RC-генератор и пороговое устройство объединить, выполнив в виде двух идентичных импульсных генераторов. В одном из них время – задающая цепочка включает емкостной датчик, установленный в картере ДВС, а в другом – подстраиваемая емкость. Подстройку можно использовать для калибровки устройства, например при текущем ТО. Сигналы этих генераторов поступают

на схему логическое – И. При качестве масла, соответствующем требованиям, сигналы генераторов идентичны и противофазны. В результате схема не будет оказывать влияния на сигналы датчика давления масла, к которому он подключен. По мере ухудшения качества масла будут изменяться параметры датчика и, как следствие – будет изменяться сигнал генератора, подключенного к датчику. Это вызовет появление коротких импульсов на выходе схемы и как следствие – короткие вспыхивания индикатора низкого давления масла на панели приборов. По мере дальнейшего снижения качества масла длительность вспышек будет расти и информировать водителя о необходимости планирования работ по замене масла.

Заключение. В работе показана возможность управления периодичностью замены масел в автомобиле по его фактическому состоянию на основе изменения параметров емкостного датчика в системе смазки. Такой подход позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт транспорта.

В работе приведен вариант конструкции датчика для контроля состояния масла в системе смазки автомобиля и схема обработки сигналов этого датчика.

Список литературы

1. Мальцев Д. В., Пестриков С. А. Определение периодичности технического обслуживания автобусов // Мир транспорта. 2018. № 2. С. 96–101.
2. SpectroScientific. URL: www.osalab.ru (дата обращения: 14.08.2022).
3. Долгова Л. А., Салмин В. В. Методика определения показателей качества моторного масла на основе теории подобия // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 2, ч. 2. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/02/48863> (дата обращения: 28.07.2022).
4. Наглюк И. С., Григоров А. Б. Изменение диэлектрических свойств моторного масла под совместным воздействием разных видов загрязнений // Вестник ХНАДУ. 2011. Вып. 53. С. 21–23.
5. Григоров А. Б. Влияние загрязнений моторных масел в процессе эксплуатации на величину изменения их относительной диэлектрической проницаемости // Вестник национального технического университета ХПИ. 2007. № 32. С. 133–138.
6. Устинов Д. А., Смирнов А. А. Разработка физических принципов работы датчика состояния трансмиссионного масла // Студенческий электронный научный журнал. 2018. № 11 (31). URL: <https://sibac.info/journal/student/31/110411> (дата обращения: 08.09.2022).

Об авторах

Трофимов Павел Александрович – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: trofpa@mail.ru

О рецензенте

Чадин Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Alexander.Chadin@novsu.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В МАГНИТНОМ КОНДЕНСАТОРЕ

Филиппов Д. А., Петров Н. В., Нозирзода Ш. С.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)
E-mail: *ivanov8@mail.ru*

SIMULATION OF THE MAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN A MAGNETIC CAPACITOR

Filippov D. A., Petrov N. V., Nozirzoda S. S.

Yaroslav-the-Wise State University (Veliky Novgorod, Russia)
E-mail: *ivanov8@mail.ru*

Аннотация. В работе проведено моделирование распределения магнитного поля в системе, представляющей собой две близкорасположенные пластины, по которым течет ток в противоположных направлениях. Показано, что магнитное поле в такой системе сосредоточено во внутренней области между пластинами, и равно нулю вне их, поэтому по аналогии с электрическим конденсатором, такую систему можно назвать магнитным конденсатором. Используя принцип суперпозиции полей, проведен расчет распределения магнитного поля внутри конденсатора при различных соотношениях между расстоянием между пластинами и их шириной. Показано, что распределение магнитного поля внутри конденсатора имеет максимум в центре и резко спадает вблизи края пластин. Такую систему пластин можно использовать для создания планарных источников магнитного поля, которые, в отличие от стандартных катушек индуктивности, имеют гораздо меньшие размеры и отличаются простотой изготовления. Магнитные конденсаторы могут применяться при изготовлении магнитоэлектрических датчиков магнитного поля, датчиков тока, магнитоэлектрических гираторов.

Ключевые слова: *магнитное поле; конденсатор; пространственное распределение поля; магнитное поле проводника с током; принцип суперпозиции; магнитоэлектрический гиратор.*

Abstract. This paper is focused on the simulation the distribution of the magnetic field in a system consisting of two closely spaced plates, through which current flows in opposite directions. It is shown that the magnetic field in such a system is concentrated in the inner space between the plates, and is equal to zero outside them, therefore, by analogy with an electric capacitor, such a system can be called a magnetic capacitor. Using the superposition of fields principle, the distribution of the magnetic field in the inner space of the capacitor was calculated for various ratios the distance between the plates to their width. It is shown that the distribution of the magnetic field inside the capacitor has a maximum at the center and decrease sharply near the edge of the plates. Such a system of plates can be used to create planar magnetic field sources, which, unlike standard inductors, are much smaller and easier to manufacture. Magnetic capacitors can be used in the manufacture of magnetoelectric magnetic field sensors, current sensors, magnetoelectric gyrators.

Keywords: *magnetic field; capacitor; spatial distribution of the field; magnetic field of a current-carrying conductor; superposition principle; magnetoelectric gyrator.*

Электрические конденсаторы, или «накопители электрического заряда» [1, с. 89] широко используются в электронных устройствах, выполняя различные функции. Их главной особенностью является то, что электрическое поле сосредоточено полностью внутри конденсатора и равно нулю вне его. На рисунке 1 схематично представлено распределение электрического поля плоского конденсатора, представляющего собой две близкорасположенные пластинки. Как видно из рисунка 1, внутри конденсатора направление электрического поля, создаваемого верхней (top) и нижней (down) пластинками, совпадают и имеют противоположные направления вне его, в результате чего все поле сосредоточено в области внутри конденсатора.

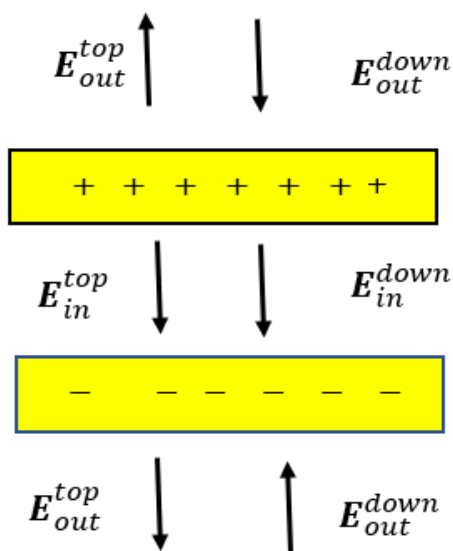


Рисунок 1. Схематичное изображение распределения электрического поля в плоском конденсаторе. Стрелки показывают направление электрического поля от верхней (top) и нижней (down) пластин

Для создания магнитного поля используют либо постоянные магниты, либо проводники с током. Наибольшее распространение среди последних получили соленоиды, тороиды или катушки Гельмгольца [1, с. 135]. Их основным недостатком, в отличие от конденсаторов, является то, что их невозможно реализовать по планарной технологии. Между тем, с развитием физики и техники магнитоэлектрических явлений [2–5], все более остро встает вопрос о создании планарных источников магнитного поля. Особенно остро этот вопрос возникает при создании гираторов, которые наряду с резистором, конденсатором, катушкой индуктивности и трансформатором являются пятым

пассивным элементом электрических цепей. Впервые гиратор, как элемент, осуществляющий прямое преобразование ток – напряжение и, наоборот, был предложен Телегеном в работе [6]. Гиратор, осуществляющий преобразование $I-V$ или $V-I$, можно реализовать схемотехнически, например, с помощью операционного усилителя и RC элементов [7, с. 296]. Существование магнитоэлектрического (МЭ) эффекта в композиционных материалах позволяет непосредственно осуществить преобразование ток – напряжение, и наоборот, без использования дополнительных схемных решений, что существенно упрощает устройство [8–10]. Однако описанные в этих работах гираторы обладали существенным недостатком – они содержали катушку индуктивности, что существенно увеличивало габариты устройства и усложняло технологию изготовления вследствие невозможности применения планарной технологии. В работе [11] впервые было предложено для создания магнитного поля использовать «магнитный конденсатор». Схематичное изображение магнитного конденсатора представлено на рисунке 2.

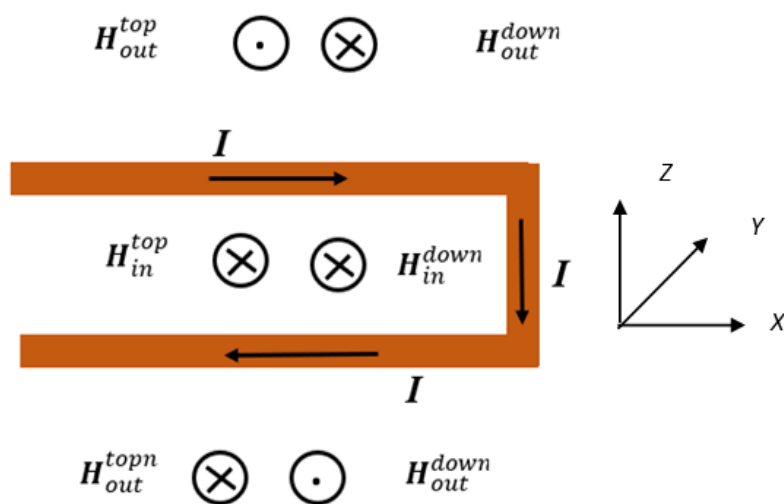


Рисунок 2. Схематичное изображение распределения магнитного поля в магнитном конденсаторе. В кружках дано направление магнитного поля от верхней (top) и нижней (down) пластин

Он состоит из двух пластин длиной L и шириной W , расположенных на расстоянии d друг от друга. Как видно из рисунка 2, магнитные поля от верхней (top) и нижней (down) пластин внутри магнитного конденсатора сонаправлены, как и в случае электрического конденсатора, и имеют противоположное направление снаружи его. В результате магнитное поле в магнитном конденсаторе сосредоточено во внутреннем пространстве между пластинами и почти равно нулю вне его. В работе [12] был проведен расчет распределения

тока и магнитного поля с использованием программы COMSOL. Было установлено, что на расстояниях порядка трех диаметров электрического контакта распределение электрического тока по ширине пластины является однородным. В данной работе мы, используя принцип суперпозиции, проведем расчет распределения магнитного поля внутри магнитного конденсатора в зависимости от соотношения расстояния между пластинами d и его шириной W .

При расчете магнитного поля будем считать, что магнитное поле в точке с координатами x, y, z , т. е. $H(x, y, z)$, создаваемое пластиной, по которой течет ток I , равно сумме полей, создаваемых элементом пластины величиной Δy , находящегося в точке с координатами x_i, y_i, z_i . Ограничимся рассмотрением случая для расчета поля в центре конденсатора, т. е. в точке с координатами $x = 0, y, z = 0$. Схематичное изображение модели для расчета поля представлено на рисунке 3. Начало координат совместимо с центром конденсатора, при этом верхняя и нижняя пластины будут находиться в точках $z = \pm d/2$, а расчет поля будем проводить при изменении координаты y от $y = -W/2$ до $y = W/2$. Очевидно, что в силу симметрии задачи распределение поля в диапазоне от $y = -W/2$ до $y = 0$ будет совпадать с распределением поля в диапазоне от $y = 0$ до $y = W/2$.

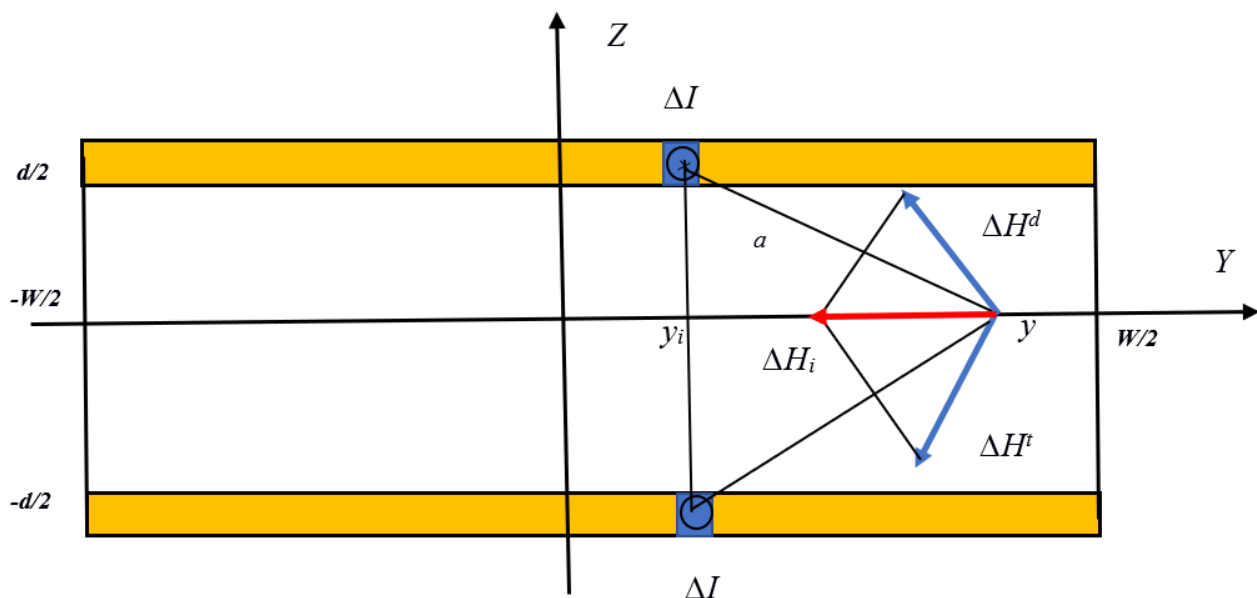


Рисунок 3. Схематичное изображение модели. Величины ΔH_i^t , ΔH_i^d и ΔH_i обозначают напряженности поля, создаваемые элементами верхней пластины, нижней пластины ΔH_i^d величиной Δy , по которым течет ток величиной ΔI , ΔH_i – суммарная величина поля

Напряженности магнитного поля ΔH^t и ΔH^d , создаваемые элементами верхней и нижней пластинами, согласно теореме о циркуляции магнитного поля, будут равны

$$\Delta H_i^t(y) = \Delta H_i^d(y) = \frac{\Delta I}{2\pi a}, \quad (1)$$

где $a = \sqrt{(d/2)^2 + (y - y_i)^2}$.

Как видно из рисунка 3, результирующее поле ΔH_i , создаваемое элементом тока ΔI от верхней и нижней пластин, будет иметь только составляющую, параллельную пластинам конденсатора, величина которой определяется следующим выражением:

$$\Delta H_i(y) = \frac{\Delta I}{2\pi a} 2\cos(\beta), \quad (2)$$

где β угол между ΔH_i^t и осью Y . Легко видеть, что имеет место следующее равенство

$$\cos(\beta) = (y - y_i) / \sqrt{(y - y_i)^2 + (d/2)^2}. \quad (3)$$

Тогда, окончательно, с учетом уравнений (2) и (3), для напряженности поля, создаваемым элементами верхней и нижней пластин, получим

$$\Delta H_i(y) = \frac{2\Delta I}{\pi d \left[1 + 4 \left(\frac{y - y_i}{d} \right)^2 \right]}. \quad (4)$$

При расчетах верхняя и нижняя пластины разбивались на участки величиной $\Delta y = W/N$, где N – число элементарных участков. Тогда ток, текущий через i -ный элемент пластины, расположенный в точке с координатой $y_i = (i - 1)W/N$, будет равен $\Delta I = I/N$. Тогда напряженность магнитного поля в точке с координатой $y_j = jW/N$ будет определяться выражением

$$H(y_j) = \sum_{i=1}^{N+1} \frac{2I/N}{\pi d \left[1 + 4 \left(\frac{(j-i)W}{dN} \right)^2 \right]}, \quad (5)$$

где индекс j принимает значения $j = 0 \dots N$.

Или, после несложных преобразований, для расчетов получим формулу в виде:

$$H(y_j) = \frac{2I}{\pi d} \sum_{i=0}^N \frac{N}{\left[N^2 + (i-j)^2 \left(\frac{W}{d} \right)^2 \right]}. \quad (6)$$

Используя уравнение (6), был произведен расчет пространственного распределения напряженности магнитного поля для различных значений

расстояния между пластинами $d = 1, 2$ и 4 мм при фиксированной ширине пластин $W = 20$ мм и токе $I = 200$ мА. Результаты расчета представлены на рисунке 4. Как видно из рисунка, распределение напряженности магнитного поля в пространстве между пластинами «магнитного конденсатора» является неоднородным, в отличие от распределения напряженности электрического поля в электрическом конденсаторе. При удалении от центра «магнитного конденсатора» величина электрического поля уменьшается по нелинейному закону. При увеличении зазора между пластинами величина напряженности магнитного поля в центре конденсатора также уменьшается, в отличие от электрического конденсатора, где величина поля остается постоянной. При этом вид кривой остается похожим, однако меняется ширина кривой.

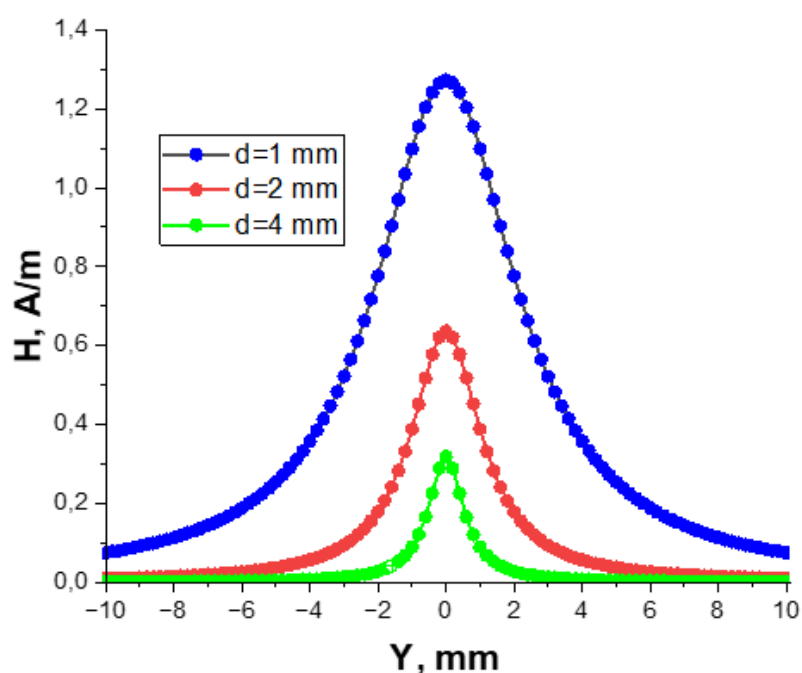


Рисунок 4. Пространственное распределение магнитного поля по ширине магнитного конденсатора расстояний при значении координат $z = 0$, $x = 0$ для различных расстояний между пластинами. Ширина конденсатора $W = 20$ мм, сила тока $I = 200$ мА

На рисунке 5 представлена зависимость отношения напряженности магнитного поля в точке с координатой y по отношению к напряженности поля в центре при различных значениях расстояния между пластинами.

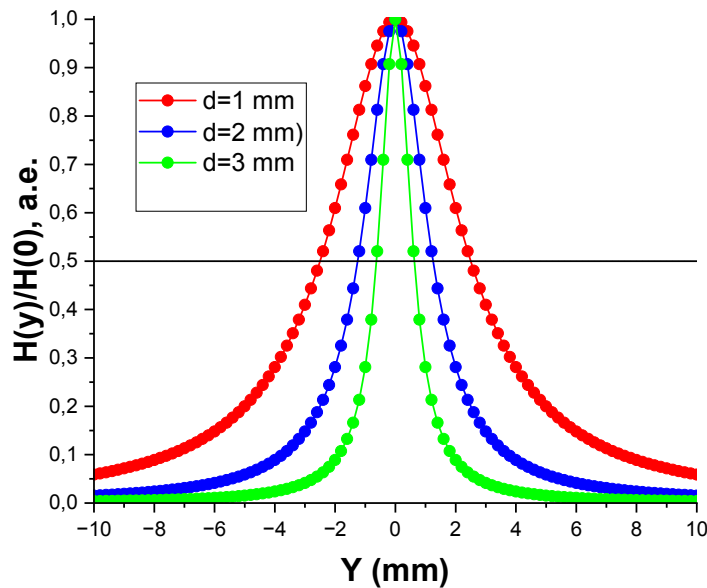


Рисунок 5. Зависимость отношения напряженности магнитного поля внутри конденсатора по отношению к напряженности в центре. Сплошная линия проведена на уровне 0,5

Как видно из рисунка 5, с увеличением расстояния между пластинами (увеличением отношения d/W) ширина линии уменьшается. Так, при расстоянии между пластинами $d = 1$ мм расстояние, где величина магнитного поля уменьшается в два раза, составляет 25% от ширины пластин конденсатора, то при расстоянии $d = 4$ мм это расстояние составляет лишь 6%.

Таким образом, систему из двух электрически соединенных пластин, по которым течет ток, можно считать «магнитным конденсатором», поскольку магнитное поле сосредоточено в основном пространстве между пластинами. Однако, в отличие от электрического конденсатора, где электрическое поле однородно, в «магнитном конденсаторе» пространственное распределение поля является неоднородным. Его значение максимально в центре конденсатора и нелинейно уменьшается с увеличением расстояния от центра. С увеличением расстояния между пластинами ширина линии, описывающей распределение магнитного поля, сужается.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда «Магнитоэлектрический гиратор», проект № 22–19–00763 (<https://rscf.ru/project/22-19-00763/>)

Список литературы

1. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. Москва: Наука, 1988. 496 с.
2. Vopson M. M. Fundamentals of Multiferroic Materials and Their Possible Applications // Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences. 2015. Vol. 40. P. 223–250. DOI: 10.1080/10408436.2014.992584

3. Бухараев А. А., Звездин А. К., Пятаков А. П., Фетисов Ю. К. Стрейнтроника – новое направление микро- и наноэлектроники и науки о материалах // Успехи физических наук. 2018. Т. 188. С. 1288–1330.
4. Пятаков А. П., Звездин А. К. Магнитоэлектрические материалы и мультиферроики // Успехи физических наук. 2012. Т. 182. С. 593–620. DOI: 10.3367/UFNr.0182.201206b.0593
5. Spaldin N. A., Ramesh R. Advances in magnetoelectric multiferroics // Nature Materials. 2019. Vol. 18. P. 203–212.
6. Sadovnikov A. V., Grachev A. A., Beginin E. N., Sheshukova S. E., Sharaevskii Yu. P., Nikitov S. A. Voltage-Controlled Spin-Wave Coupling in Adjacent Ferromagnetic-Ferroelectric Heterostructures // Phys. Rev. Applied. 2017. Vol. 7. P. 014013. DOI: 10.1103/PhysRevApplied.7.014013
7. Tellegen B. D. The gyrator, a new electric network element // Philips Res. Rep. 1948. Vol. 3. P. 81–101.
8. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Москва: Бином, 2014. 704 с.
9. Chung Ming Leung, Xin Zhuang, Daniel Friedrichs, Jiefang Li, Robert W. Erickson, V. Laletin, M. Popov, G. Srinivasan, and D. Viehland // Applied Physics Letters. 2017. Vol. 111. P. 122904. DOI: 10.1063/1.4996242
10. Jitao Zhang, Dongyuheng Kang Li, Filippov D. A., Bingfeng Ge, Qingfang Zhang, Xinxin Hang, Lingzhi Cao, and Gopalan Srinivasan // AIP Advances. 2019. Vol. 9. P. 035137. DOI: 10.1063/1.5078716
11. Zhang J., Li K., Zhang Q., Filippov D.A., Wu J., Tao J., Chen J., Jiang L., Cao L., Srinivasan G. Effects of magnetic-elastic anisotropy on magnetoelectric gyrator with ferrite/PZT/ferrite laminate for enhancement of power conversion efficiencies // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2021. Vol. 540. P. 68451. DOI: 10.1016/j.jmmm.2021.168451
12. Burdin D., Chashin D., Fetisov L., Saveliev D., Ekonomov N., Vopson M., Fetisov Y. Towards Fabrication of Planar Magnetoelectric Devices: Coil-Free Excitation of Ferromagnet-Piezoelectric Heterostructures // Actuators. 2021. Vol. 10. P. 294. DOI: 10.3390/act10110294

Об авторах

Филиппов Дмитрий Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Dmitry.Filippov@novsu.ru

Петров Николай Викторович – аспирант кафедры промышленных технологий, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s225953@std.novsu.ru

Нозирзода Шодмон Салохидин – аспирант кафедры промышленных технологий, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Shodmon.Nozirzoda@novsu.ru

О рецензенте

Карачинов Владимир Александрович – доктор технических наук, профессор, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Vladimir.Karachinov@novsu.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАСКАДНОГО ТИПА (МИРОВАЯ ПРАКТИКА)

Халмурзаева Г. Б.¹, Кузьменко С. Н.², Зеленовская А. С.¹

¹ Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры имени Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан)

² Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)

E-mail: ms.halmyrzaeva@mail.ru, petitfleur.nn000@gmail.com, svetlana.kuzmenko@novsu.ru

FEATURES OF DESIGNING TOURIST COMPLEXES OF A CASCADE VIEW (WORLD PRACTICE)

Halmurzaeva G. B.¹, Kuzmenko S. N.², Zelenovskaia A. S.¹

¹ Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov
(Bishkek, Kyrgyz Republic)

² Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

E-mail: ms.halmyrzaeva@mail.ru, petitfleur.nn000@gmail.com, svetlana.kuzmenko@novsu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, анализа и синтеза особенностей проектирования и строительства туристических объектов каскадного типа на примере мирового опыта. Изучены основные принципы архитектурно-планировочных решений, выделены достоинства и недостатки комплексов на сложных рельефах, необходимость обширных геоизысканий по механике грунтов и устройству дополнительной гидро- и теплоизоляции зданий из-за рисков образования конденсатов и погружения в грунт или горные породы, тяжелые условия подведения инженерных коммуникаций и дорожно-подъездных путей; специфические особенности композиционных и архитектурно-планировочных решений в условиях сложного рельефа. Подчеркивается преемственность в архитектурно-строительной практике рассматриваемых комплексов и последующая модернизация их с учетом культурных особенностей и природного ландшафта, является важной компонентой в формировании архитектурного объема туристического комплекса каскадного типа.

Ключевые слова: *туристический комплекс; архитектурно-планировочное решение; каскадное строительство.*

Abstract. The article presents the results of research, analysis and synthesis of features of design and construction of tourist objects of cascade type on the example of world experience. The basic principles of architectural and planning solutions are studied, the advantages and disadvantages of complexes on complex reliefs, the need for extensive geo-searches for soil mechanics and the device of additional hydro- and thermal insulation of buildings due to the risk of condensation formation and immersion in soil or rocks are highlighted, difficult conditions for the supply of engineering communications and road access roads; specific features of compositional and architectural-planning solutions in conditions of complex relief. The regularity in the

architectural and construction practice of the complexes under consideration and their subsequent modernization, taking into account cultural characteristics and the natural landscape, is an important component in the formation of the architectural volume of the tourist complex of the cascade type, is emphasized.

Keywords: *tourist complex; architectural and planning solution; cascading construction.*

Введение. Растущее внимание к проектированию архитектурных объектов туристической сферы в условиях сложного рельефа экологически чистых зон требует дополнительного исследования факторов, влияющих на проектные предложения. Анализ аналоговой проектной информации по реализованным за последнее десятилетие объектам в различных странах мира привел к более детальному рассмотрению данного вопроса на примере несколько выбранных проектов, представляющих собой наиболее характерные варианты проектных предложений для сложных рельефов.

Основная часть. Основными внешними факторами, влияющими на причины выбора под застройку туристическими комплексами горных склонов, являются: экологический (эстетическое разнообразие природных ландшафтов, биоразнообразие горной флоры и фауны); природно-климатический (сенсорно-тактильный уровень взаимодействия с природой, комфортный температурно-влажностный режим, высокий уровень чистоты/ионизация горного воздуха, повышенный уровень инсоляции); наличие бальнеологических ресурсов (природные источники/родники, минеральные воды, термальные источники, соляные гроты/пещеры и т. д.); повышенный уровень комфорта жилой среды, организация террасных площадок и променадных зон.

Проектирование и строительство туристических объектов каскадного типа имеет определенные сложности, связанные с рельефом местности, такие как: специфические условия инженерно-геологического характера для уклона рельефа свыше 14% и выше (нормативные требования); ограничения по плотности застройки сложных склонов (оползневые участки и т. д.); ограничения по этажности в соответствии с сейсмическими требованиями зоны; увеличение сметной стоимости строительства за счет усиления конструктивных решений (с учетом розы ветров, глубины залегания грунтовых вод, естественной затененности участка соседним склоном и т. д.) в соответствии с нормативными требованиями. К этому можно добавить обширные геоизыскания по механике грунтов и устройству дополнительной гидро- и теплоизоляции зданий (риск образования конденсатов из-за частичного погружения объёма здания в грунт или горные породы); тяжелые условия подведения инженерных коммуникаций и дорожно-подъездных путей;

специфические особенности композиционных и архитектурно-планировочных решений в условиях сложного рельефа [1].

Фактически горные туристические комплексы подразделяются по принципу, основанному на виде спорта или оздоровительного направления (рисунок 1).

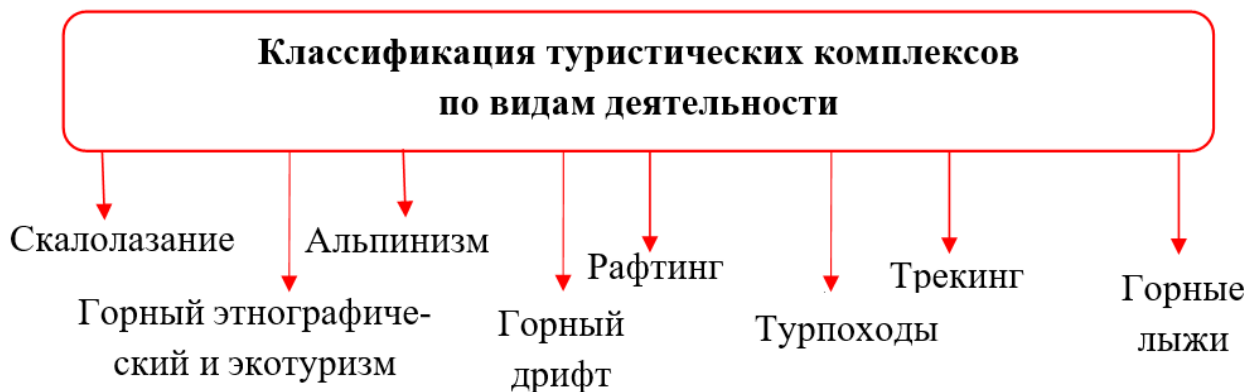


Рисунок 1. Классификация туристических комплексов по видам деятельности

Не существует определенных жестких требований или ограничений при формировании планировочных решений, т. е. в целом логистика помещений синхронизирована. Некоторые различия касаются лишь расширения или сокращения общего состава основных помещений и объектов комплекса. Каскадное строительство на сложном рельефе подразумевает многоуровневый тип застройки, каждый уровень которой сдвинут по горизонтальным пластам склона. Угол отношения высоты этажа к глубине террасы равен среднему уклону рельефа местности от 8° до 40° [2]. При каскадном строительстве используется определенная система блокировок жилых ячеек, применяемая и к проектированию жилых корпусов горно-туристических комплексов [3].

Вертикальная однорядная блокировка жилых ячеек (рисунок 2) – наиболее распространённый вариант, при котором на этаже размещаются 1–2 квартиры или номера с освещением с 2–3 сторон. Можно располагать на склонах любой ориентации, устраивать индивидуальные входы, уменьшить теплопотери, не требует устройства наружной лестницы. Горизонтальная двухрядная блокировка жилых ячеек – 2–3-х этажные строения блокируются поперёк склона на высоту целого этажа (рисунок 3). Первый этаж имеет прилегающий участок, последующие – террасу в виде соседней крыши.

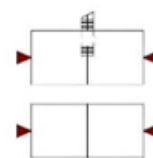
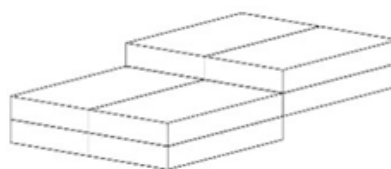
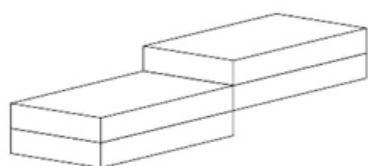


Рисунок 2. Вертикальная однорядная блокировка жилых ячеек

Рисунок 3. Горизонтальная двухрядная блокировка жилых ячеек

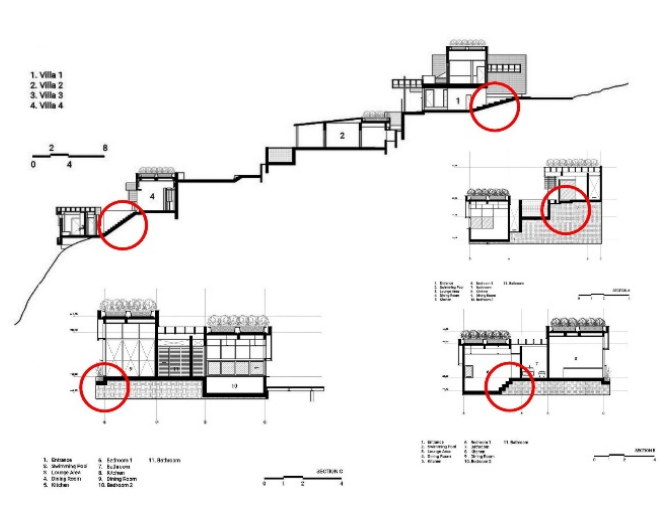
Архитектурно-планировочные решения (АПР) туристических комплексов последнего десятилетия в основе своей содержат базовую часть стандартных схем-алгоритмов блокировок объемов туристических комплексов: централизованный вариант, блочный, смешанный (центральное ядро + отдельно стоящие коттеджи) [4–5].

В качестве основных объектов исследования были выбраны несколько уже реализованных архитектурных проектов горных туристических комплексов (таблица 1) [7].

Таблица 1. Анализ архитектурно-планировочных решений (АПР)

	– комплекс Zenubud Bali, Индонезия – Архитектор: ANTI-Architecture – Площадь: 1200 м² – Год: 2020 – Специфика формообразования: смешанного типа — несколько отдельных блоков с переходами
Климат: Экваториальный, влажный Сейсмическая зона: Индонезия находится в одной из наиболее сейсмически активной зоны планеты. Так же в ней расположено немалое количество вулканов	

Продолжение таблицы 1

 Спуски, подъемы ○ (переходы) ● Спальная зона ● С/У ● Кухня-гостинная ● Лаунж зона ● Входная зона ● Зона бассейна 1. Entrance 6. Bedroom 1 11. Bathroom 2. Swimming Pool 7. Bathroom 3. Lounge Area 8. Kitchen 4. Dining Room 9. Dining Room 5. Kitchen 10. Bedroom 2 GROUND PLAN (VILLA 4)	 1. Villa 1 2. Villa 2 3. Villa 3 4. Villa 4 1. Entrance 6. Bedroom 1 11. Bathroom 2. Swimming Pool 7. Bathroom 3. Lounge Area 8. Kitchen 4. Dining Room 9. Dining Room 5. Kitchen 10. Bedroom 2
Функциональное зонирование	Поперечный разрез
Архитектурно-планировочное решение: реконструкция трех существующих зданий, добавление новых vill с консольными палубами и бассейнами. Исследуемый комплекс разделен на несколько геометрических фрагментов, соединенных линейной деревянной дорожкой. Уникальные villы расположены спорадически по оси, направленной на восток к рекам. Особенность конструктивного решения созвучна очертаниям рельефа участка. Использование зеленых крыш, темного битумного гонта и натуральных камней местного производства усиливают экологический компонент комплекса и органично вписывают его в природное окружение.	
Генеральный план 	Преимущества: – природный компонент дополнен системой бассейнов; – органичное включение в окружающую среду Недостаточная проработка: – непроработанность безбарьерной среды для людей с ОВЗ; – отсутствие лифтовых узлов; – непроработанность экстренной эвакуации; – ограниченная транспортная инфраструктура

Окончание таблицы 1

	– комплекс Senbo Resort Hangzhou Tree House, Китай – Архитектор: WH studio – Площадь: 1750 м² – Год: 2019 – Специфика формообразования: смешанного типа – несколько отдельных блоков с переходами и отдельными опорами в виде балок и деревьев
Климат: Умеренный морской Сейсмическая зона: Китай – страна с высокой сейсмической активностью	
	
Функциональное зонирование	Поперечный разрез
Архитектурно-планировочное решение комплекса выстроено вокруг имитации ствола мертвого дерева и образа гнезда. Односкатные крыши практически не имеют карнизов, простые геометрические формы. Открытые террасы разной высоты отражают общую концепцию «ветвей дерева», здание эквивалентно «плоду» дерева. Конструктивное решение использует традиционные варианты решения подобных объемов в районах с повышенной сейсмичностью.	
Генеральный план (аэрофотосъемка комплекса) 	Преимущества: – развитая многоуровневая транспортная инфраструктура; – концептуальное формообразование Недостаточная проработка: – непроработанность безбарьерной среды для людей с ОВЗ; – отсутствие лифтовых узлов; – непроработанность экстренной эвакуации

Выводы. Пофакторный анализ выбранных архитектурных объектов показал, что инфраструктура туристических объектов каскадного типа не имеет жестких территориальных ограничений в смысле выбора геолокации. Так, в результате исследования определились несколько особенностей АПР: ориентация на поиск рациональных планировочных и объемно-пространственных решений; организация подъездных путей и путей экстренной эвакуации при форс-мажорных обстоятельствах; выбор наилучшего решения в проектировании системы переходов с одного уровня на другой с учетом требований для людей с ОВЗ (безбарьерная среда); формирование индивидуальной художественно-пространственной идеи, метод террасирования позволяет создавать интересные формы, становящиеся композиционными доминантами; исключение негативного влияния на окружающую среду; учет особенностей климата и сейсмической зоны; предпочтение многофункциональности. При большом разнообразии туристических комплексов на сложном рельефе постоянно действующей компонентой являются культурные особенности и природный ландшафт.

Список литературы

1. Михайлов И. В., Черепушкина А. А., Миронов Е. Ф. Использование методов террасирования в жилой архитектуре // Дни науки студентов ИАСЭ-2021: материалы науч.-практ. конф. Владимир: Владимирский государственный университет, 2021. С. 8–14.
2. Жилые дома террасного типа. Архитектура и Проектирование: справочник. URL: www.novosibdom.ru (дата обращения: 05.04.2022).
3. Калабин А. В. Террасно-блокированные жилые дома для эффективной застройки склонов // Академический Вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2011. № 1. С. 61–63.
4. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах (РФ).
5. Калабин А. В. Дом на рельефе. Екатеринбург: Вебстер, 2012. 160 с.
6. Градостроительство на склонах / под ред. В. Р. Крогиус. Москва: Стройиздат, 1988. 328 с.
7. Каталог объектов архитектуры. URL: https://www.archdaily.com/?Ad_name=small-logo (дата обращения: 16.04.2022).

Об авторах

Халмурзаева Гаухар Баймурзаевна – кандидат архитектуры Института архитектуры и дизайна, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан). E-mail: ms.halmurzaeva@mail.ru

Кузьменко Светлана Никитична – кандидат архитектуры, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: svetlana.kuzmenko@novsu.ru

Зеленовская Анастасия Сергеевна – магистрант Института архитектуры и дизайна, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан). E-mail: petitfleur.nn000@gmail.com

О рецензенте

Гаврилова Мария Юрьевна – кандидат архитектуры, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Mariya.Gavrilova@novsu.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ (МИРОВАЯ ПРАКТИКА)

Халмурзаева Г. Б.¹, Кузьменко С. Н.², Лансарова С. Ю.¹

¹ Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры
имени Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан)

² Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)

E-mail: *ms.halmyrzaeva@mail.ru, sabinalans13@gmail.com, svetlana.kuzmenko@novsu.ru*

FEATURES OF FORMATION OF ARCHITECTURAL AND PLANNING SOLUTIONS OF HEALTH COMPLEXES (WORLD PRACTICE)

Halmurzaeva G. B.¹, Kuzmenko S. N.², Lansarova S. Yu.¹

¹ Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov
(Bishkek, Kyrgyz Republic)

² Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

E-mail: *ms.halmyrzaeva@mail.ru, sabinalans13@gmail.com, svetlana.kuzmenko@novsu.ru*

Аннотация. В статье анализируется формирование архитектурно-планировочных решений оздоровительных комплексов с учетом современных тенденций, градостроительных и климатических условий, близости расположения к населенным пунктам или размещения в существующей городской среде, исследования природного рельефа, наличия гидрографической сети или иных водных объектов как природного, так и искусственного происхождения, специфических особенностей функционального назначения; геолокация объекта; возможность привязки к существующей транспортной инфраструктуре и инженерным сетям; специфические ограничения при проектировании с целью формирования типологии. В ходе научного исследования были рассмотрены архитектурные объекты данного типа, реализованные в мировой практике за последние 10 лет. Для анализа в статье были отобраны примеры в Канаде и Китае как наиболее полно отражающие характерные черты современного проектного опыта.

Ключевые слова: *архитектура оздоровительных комплексов; архитектурно-планировочное решение.*

Abstract. The article analyzes the formation of architectural and planning solutions of health complexes, taking into account modern trends, urban planning and climatic conditions, proximity to settlements or placement in the existing urban environment, the study of natural relief, the presence of a hydrographic network or other water bodies of both natural and artificial origin, specific features of functional purpose; geolocation of the object; the possibility of binding to the existing transport infrastructure and engineering networks; specific limitations in the design in order to form a typology. In the course of scientific research, architectural objects of this type, implemented in world practice over the past 10 years, were considered. For analysis, the article

selected examples in Canada and China as the most fully reflecting the characteristic features of modern project experience.

Keywords: *architecture of health-improving complexes; architectural and planning solution.*

Введение. В настоящее время актуальным направлением в мировой практике проектирования является создание архитектурных объектов для системы здравоохранения в регионах с особыми климатическими условиями. Анализ факторов и выявление особенностей архитектурно-планировочных приемов зданий реабилитации и восстановления здоровья расширит профессиональный взгляд и инструментарий проектировщика.

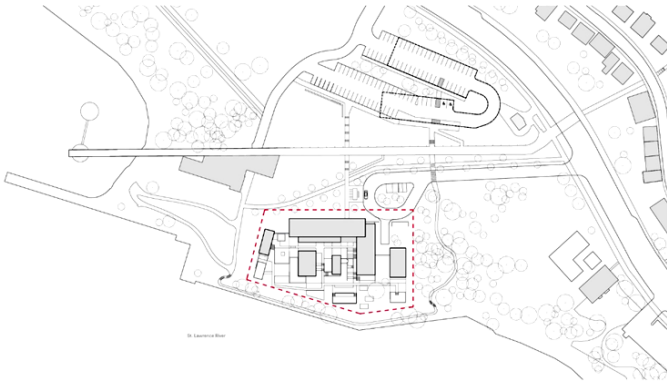
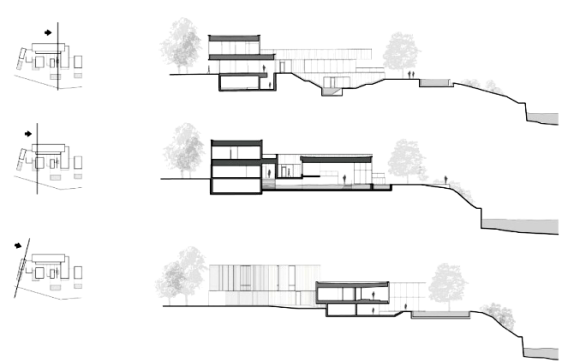
Основная часть. При проектировании оздоровительных комплексов на начальном этапе проводится предпроектный анализ исходных данных, а именно: *градостроительный анализ* в части оптимизации соотношения территориально-градостроительных ресурсов с эффективностью их потребления, определение социальной эффективности, сопоставление ценности ресурсов территории и социальной полезности в размещении на территории [1, с. 160–175]. *Социокультурный анализ* – решение социальной проблемы, разработка рекомендаций, программ и(или) прогнозирование возможного развития архитектурно-планировочных решений [1, с. 160–175]. *Социологический анализ* – исследования по социологии городской среды или урбанистике [2, с. 291]. А также *натурно-полевые исследования и анализ природно-климатических условий*.

Общая типология объектов оздоровительного назначения – санатории, профилактории, дома отдыха, пансионаты, базы отдыха, курорты, оздоровительные центры и комплексы. Курортно-оздоровительные учреждения как объекты смешанного / комбинаторного типа строятся в наиболее благоприятных в природно-климатическом отношении местах с достаточным уровнем годовой инсоляции, соответствующими показателями уровня чистоты воздуха, нормативными показателями уровня влажности воздуха [3]. Пространственная логистика комплексов подобного типа включает зоны входной группы, серию однородных групп помещений общего пользования, спальные номера, диагностический и лечебный блок, смешанный спортивно-оздоровительный блок, административно-служебный блок, хозяйственно-бытовой блок, компонент смешанной фуд-зоны, компонент культурно-развлекательного сегмента [4, с. 164–166].

Рассмотрим особенности архитектурно-планировочных решений (далее – АПР) двух оздоровительных комплексов, спроектированных и реализованных

за последние 10 лет в Канаде (таблица 1) и Китае (таблица 2) в разных климатических и географических зонах, при разных проектных подходах и разных нормативных требованиях.

Таблица 1. Предпроектный анализ исходных данных SPA комплекса Strøm SPA nordique du Vieux-Québec», Канада

	Архитектор: LEMAYMICHAUD Architecture Design. Год: 2018 г. Расположение: на берегу реки Святого Лаврентия в провинции Квебек в Канаде. Площадь участка: 31 000 футов². Площадь застройки: около 25 000 футов².
Особенности геолокации: в районе Аппалачской горной системы (сейсмически активная зона). Особые природно-климатические условия: повышенная влажность береговой зоны реки Святого Лаврентия. Климат: субарктический.	
 Генплан комплекса	 Поперечный разрез по генплану
Особенности АПР: здания, террасы и бассейны на участке расположены перпендикулярно линии береговой зоны реки. Подобный подход обеспечивает максимально открытый доступ к зоне променада и обзор на реку. Простота геометрии формообразования планов комплекса (рисунки 1, 2) продиктована спецификой сейсмически активной зоны, рельефом местности, органично вписывается в горизонтальный вектор развития ландшафта и привязана к участку. Особенности конструктивного решения: отсутствуют четко выраженные сейсмические швы, присутствуют усиленные элементы конструкций.	

При формообразовании была использована форма причалов порта, образующих берег реки; архитектурный ансамбль был размещен на рельефе и разделен на слои, спускающиеся к реке, как напоминание об исторических слоях, составляющих память о месте – фактически это

материальное прочтение духа места. В реализации проекта эти слои представлены на поперечном разрезе по генплану комплекса.

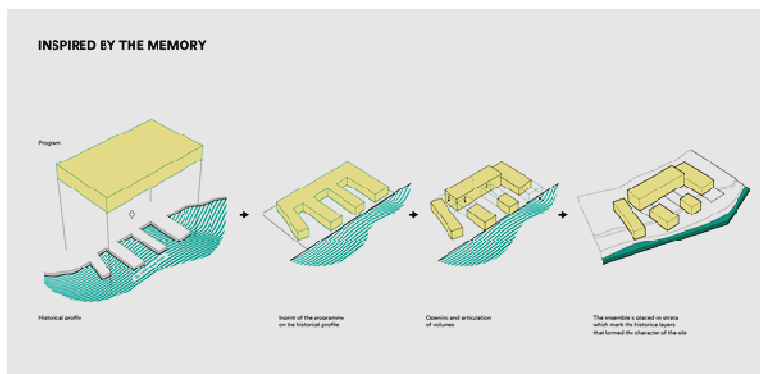


Рисунок 1. Концепт композиционного формообразования архитектурных объемов

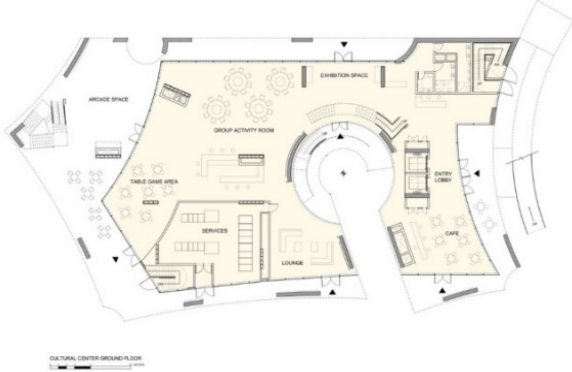
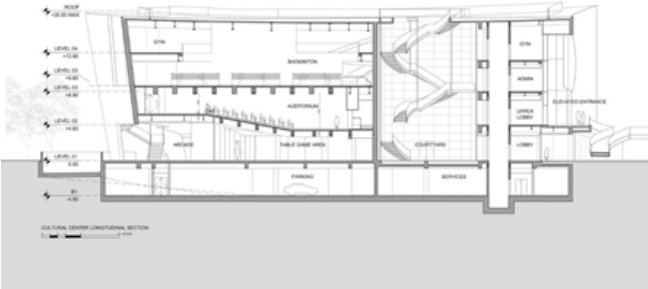
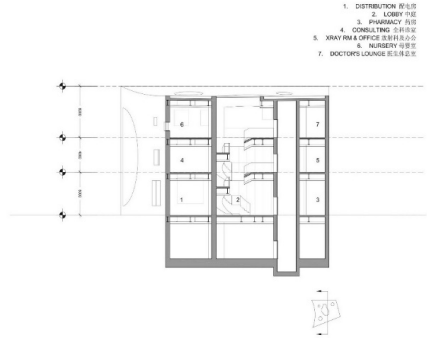


Рисунок 2. Функционально-планировочная система

Комплекс находится в зеленой зоне, имеет небольшую парковую систему и расположен обособленно от жилых районов с развитой транспортной и градостроительной структурой, ориентированной на существующую городскую среду. Зона паркинга предусмотрена на отдельной территории согласно экологическому характеру проектирования, основанном на органичном включении объекта в существующую среду. Проект основан на принципе гармоничного сочетания упрощенной логики внутренних пространств основных помещений, внутреннего дизайна и геометрией лаконичных внешних объемов. Историзм места нашел отражение в попытке сохранить в планировочном решении историю небольшого речного порта, портовых пейзажей и выбором отделочных материалов для интерьера (древесина графитовых серых оттенков, металлические поверхности черного цвета и кортеновская сталь в конструктивных деталях) [5].

В качестве примера альтернативного варианта проектного решения оздоровительного комплекса рассмотрим Центр культуры и здоровья компании COFCO от компании Steven Holl Architects в Шанхае, Китай (таблица 2) в районе с высокоразвитой инфраструктурой и дорожно-транспортной сетью, застроенном типовыми зданиями.

Таблица 2. Предпроектный анализ исходных данных Центра культуры и здоровья компании SOFCO, г. Шанхай, Китай

	Архитектор: Steven Holl Architects Год: 2021 г. Расположение: на берегу канала Пунан, г. Шанхай, Китай. Площадь Центра культуры: 6030 м² Площадь Центра здоровья: 1490 м². Особенности геолокации: сейсмически активная зона 7 баллов.
Особые природно-климатические условия: повышенная влажность береговой зоны канала Пусан. Климат: субтропический муссонный.	
 План первого этажа первого блока	 План первого этажа второго блока
 Разрез здания Центра культуры	 Разрез здания Центра здоровья

Продолжение таблицы 2

Особенности АПР: своеобразное формообразование архитектурных объемов; специфика конструктивного решения: монолитный каркас с открытым периметром обзорного остекления, работающего на скульптурный образ здания.

Первый блок – основные компоненты Культурного центра: блок фуд-зоны (кафе, рестораны); блок пассивного и активного отдыха; рекреационные пространства; выставочные пространства; инфо/медиа блок (библиотека); спортзал. АПР первого блока: принцип плавно перетекающих архитектурных пространств, ограничение функциональных зон на уровне визуальных и тактильных ограничений. Присутствие четкого сценарного распределения движения в пространстве с учетом эргономических требований к объектам подобного типа.

Второй блок – 4-этажное здание Центра здоровья с зоной паркинга в цокольном этаже. Блок ориентирован в основном на диагностический прием пациентов. Основные компоненты: блок входной группы; фармацевтический блок; блок санитарной обработки; блок здоровья; блок психологической помощи; диагностический блок; административный блок.

Проект Центра культуры и здоровья компании COFCO реализован с целью объединения застройки из жилых повторяющихся корпусов с парком и общественными зонами, и создания комфортной зоны культуры и здоровья для всех групп населения. Центр включает в себя два обособленных друг от друга здания, связанных между собой системой зеленых парковых линейных пространств, подчеркнутой крышами двух учреждений в виде зеленого буфера с системой для сбора дождевой воды, поступающей в специальный водоем с фильтрами для очистки воды, обеспечивающей орошение озелененных пространств. Проемы в экстерьере здания обеспечивают здание дополнительной естественной вентиляцией архитектурных пространств, планировка синхронизирована с естественными изгибами ландшафтных линий. Мобильность комплексу придает организованная система безбарьерной среды.

Концепция ландшафта и двух общественных зданий представляет собой связку «часы и облака». Ландшафтный дизайн символизирует часы и формирует центральное пространство. Фасад здания несет образ облаков, за счет выбора отделочных материалов, их перфорированной поверхности, частичного остекления и аэрируемых открытых пространств. Изогнутый пандус, плавно соединяющий первый и второй этажи, создает динамику движения [6].

Заключение. Анализ SPA комплекса «Strøm SPA nordique du Vieux-Québec» (Канада) и Центра культуры и здоровья компании COFCO г. Шанхай (Китай) показал следующие характерные особенности в АПР объектов в сфере здравоохранения: сохранение основных компонент окружающей среды с ориентацией на экологическую составляющую проекта; выбор территорий с

особо благоприятными природно-климатическими условиями (акцент на гидрографическую сеть); учет влияния внешних факторов на архитектурно-планировочную концепцию объектов; предпочтение малоэтажным проектным решениям; ориентация на нормативные требования «зеленого строительства»; адаптивное формообразование внутреннего пространства с возможностью будущего трансформирования при изменении функциональных требований; четкая логистика размещения функциональных пространств; формирование развитой инфраструктуры и дорожно-транспортной сети территории.

Список литературы

1. Яргина З. Н. Градостроительный анализ. Москва: Стройиздат, 1984. 245 с.
2. Яргина З. Н., Хачатрянс К. К. Социальные основы архитектурного проектирования. Москва: Стройиздат, 1990. 343 с.
3. СНиП КР 23-02-00 «Строительная климатология».
4. Змеул С. Г., Маханько Б. А. Архитектурная типология зданий и сооружений. Москва: Архитектура-С, 2004. 238 с.
5. SPA комплексе «Strøm SPA nordique du Vieux-Québec». URL: <https://www.lemaymichaud.com/projet/architecture/divertissement/strom-spa-vieux-quebec/> (дата обращения: 23.04.2022).
6. Центр культуры и здоровья компании COFCO. URL: <https://archi.ru/projects/world/10601/centr-kultury-i-zdorovya-kompanii-cofco> (дата обращения: 18.04.2022).

Об авторах

Халмурзаева Гаухар Баймурзаевна – кандидат архитектуры Института архитектуры и дизайна, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан). E-mail: ms.halmurzaeva@mail.ru

Кузьменко Светлана Никитична – кандидат архитектуры, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: svetlana.kuzmenko@novsu.ru

Лансарова Сабина Юсупжановна – магистрант Института архитектуры и дизайна, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан). E-mail: sabinalans13@gmail.com

О рецензенте

Гаврилова Мария Юрьевна – кандидат архитектуры, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Mariya.Gavrilova@novsu.ru

**АКУСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ
ТЕАТРАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ (МИРОВАЯ ПРАКТИКА)**

Халмурзаева Г. Б.¹, Кузьменко С. Н.², Тиленбаева А. Ж.¹

¹Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры имени Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан)

²Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия)

E-mail: *ms.halmyrzaeva@mail.ru, aigerim.til@gmail.com, svetlana.kuzmenko@novsu.ru*

**ACOUSTIC ASPECTS OF ARCHITECTURAL PLANNING
SOLUTIONS OF THEATER BUILDINGS (WORLD PRACTICE)**

Halmurzaeva G. B.¹, Kuzmenko S. N.², Tilenbaeva A. Zh.¹

¹Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov (Bishkek, Kyrgyz Republic)

²Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

E-mail: *ms.halmyrzaeva@mail.ru, petitfleur.nn000@gmail.com, svetlana.kuzmenko@novsu.ru*

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования влияния акустических аспектов в проектировании современных театральных зданий на примере проектных решений в мировой практике последних 10 лет. Подобные исследования помогают архитекторам-проектировщикам соотнести концептуальное видение развития архитектурного объема с требованиями по акустике залов, включая рассмотрение акустических характеристик используемых отделочных материалов. Анализ зданий театров и концертных залов показывает, что с развитием строительных технологий, применением инновационных строительных материалов и использованием новых конструктивных решений появились большие возможности для формирования нового объемного пространства с улучшенными акустическими характеристиками. При этом в ходе анализа нормативной документации по акустическим требованиям было определено, что все данные российских норм почти синхронизированы с европейскими стандартами, т. е. существенных различий нет.

Ключевые слова: *архитектурная акустика; театральные здания; оперный зал; концертный зал.*

Abstract. The article presents the results of a study of the influence of acoustic aspects in the design of modern theater buildings on the example of design solutions in world practice over the past 10 years. Such studies help architects-designers to correlate the conceptual vision of the development of the architectural volume with the requirements for the acoustics of the halls, including consideration of the acoustic characteristics of the finishing materials used. Analysis of the buildings of theaters and concert halls shows that with the development of construction technologies, the use of innovative building materials and the use of new design solutions, great

opportunities have appeared for the formation of a new volumetric spaces with improved acoustic characteristics. At the same time, during the analysis of regulatory documentation on acoustic requirements, it was determined that all the data of Russian norms are almost synchronized with European standards, i.e. there are no significant differences.

Keywords: *architectural acoustics; theater buildings; opera hall; concert hall.*

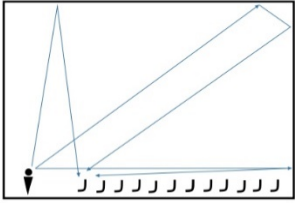
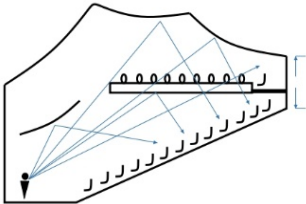
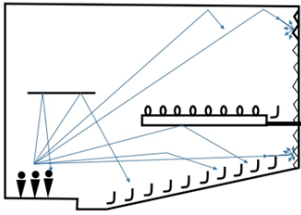
Введение. Формообразование театральных зданий представляет собой сложный синтез взаимодействия современных инженерных решений и концептуальных пространственных разработок по моделированию архитектурного объема. При проектировании зрительных залов театральных зданий требуется обеспечить не только достаточный обзор театральной сцены, комфортность расположения зрительских мест, рассчитать оптимальные условия освещения театральных пространств, но также провести исследования акустических возможностей создаваемого пространства и универсальность использования зрительного зала.

Основная часть. Общие требования к качественной акустике архитектурного пространства затрагивают планомерное исследование по ряду критериев: назначение зала; параметры зала; конфигурация зала; объем зала; материалы поверхностей; расположение балконов и лоджий/лож; расположение зрительских мест; формирование пространства сцены и платформ; размещение оркестровой ямы.

Акустические характеристики пространства зрительных залов [1] зависят от формообразования пространства зрительного зала и его параметрических характеристик и должны соответствовать оптимальному распределению прямого и отраженного звука в пространстве; необходимо исключить возможность повышенного скопления поздних звуковых отражений и вероятность возникновения эха; расположение зрительских мест на расстоянии более 8 м от источника звука требует обеспечения ранних интенсивных отражений, запаздывание распространения наиболее раннего отражения и время реверберации для пространства оперных и балетных театральных залов не должны превышать 35 м/с. Среднечастотное соотношение показателей EDT / RT должно находиться в диапазоне от 0,79 до 1,26 (Система EDT определяет первые 10 децибел затухания звуковой волны и экстраполирует до 60 децибел и считается лучшим показателем текущей реверберации) [2, с. 76].

В таблице 1 представлены 3 типа решения формы архитектурного пространства с учетом качества трансляции звука и слышимости речи по продольному разрезу (графический анализ влияния формы зала и объема на акустику).

Таблица 1. Графический анализ распространения звука в пространстве зрительного зала в продольном сечении

Помещение со слабовыраженными характеристиками звукового восприятия	
	Помещение фактически не предназначено для трансляции звука, поэтому требует дополнительного включения акустических систем.
Помещение, предназначенное для речевых выступлений	
	Ранние отражения помогают повысить громкость и четкость восприятия речи в пространстве, поэтому геометрический объем помещения, в котором поверхности расположены под углом, чтобы передавать падающий звук обратно в аудиторию, улучшают разборчивость звука.
Помещение, предназначенное для музыкальных выступлений	
	Помещения для камерного воспроизведения музыки обычно требуют более продолжительного звучания, что ограничивает потребность в дополнительном поглощении помимо того, что обеспечивается аудиторией.

Для формирования выводов имеет смысл рассмотреть несколько примеров современного проектного решения театральных зданий в различных странах мира (таблица 2).

Таблица 2. Примеры современного проектного решения театральных зданий

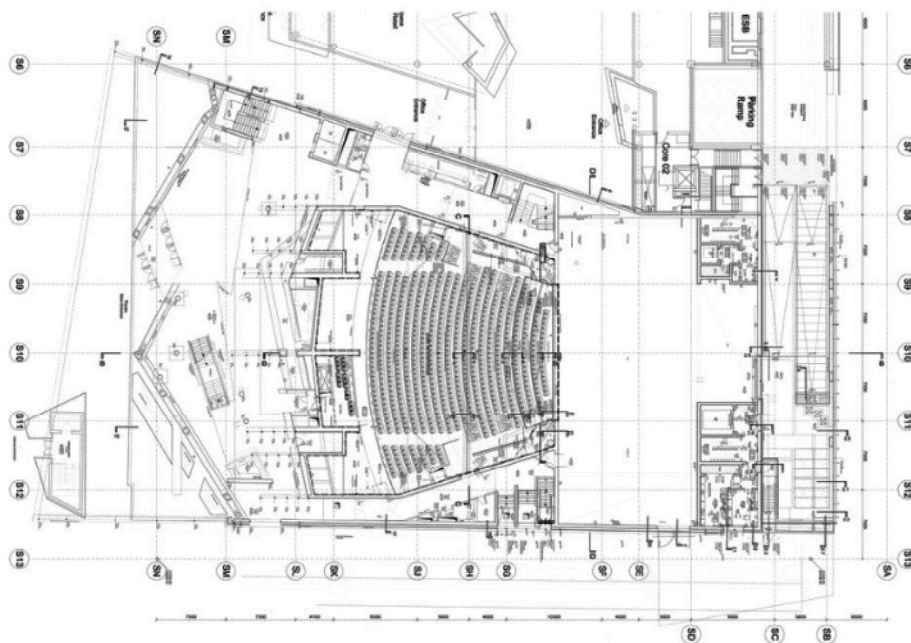
1. Театр Гранд-Канал, Дублин, Ирландия [3]

Архитекторы: Studio Libeskind

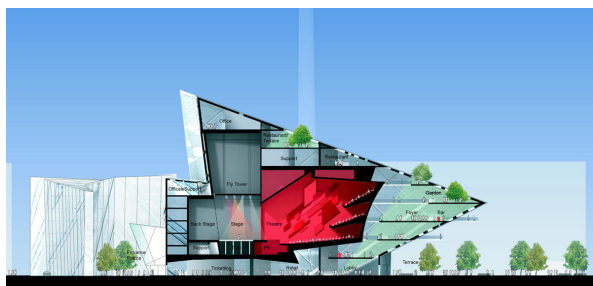
Местоположение: Дублин, Ирландия

Годы: 2012–2014

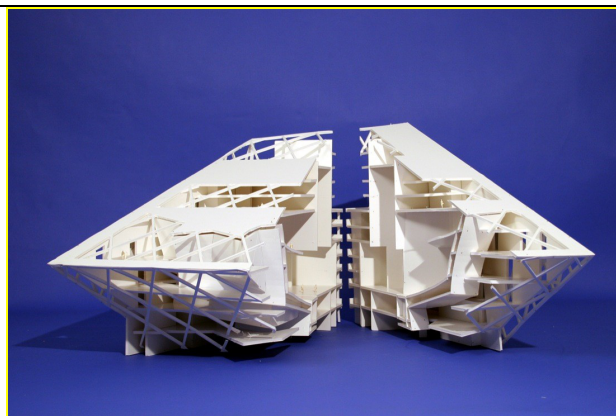
Количество зрительских мест: 2111



План первого этажа



Разрез и 3D модель



Особенности акустического решения: концепция подвесных парусов. Значительные площади звукопоглощающей и рассеивающей отделки стен, крутые рейки и ковровые покрытия на полах. Потолочные панели перфорированы (акустический эффект); некоторые области имеют звукоотражающую подложку, другие прозрачные, с установленными скрытыми усилителями звука сзади, пропускающими звук [4, с. 130].

2. Театр Килден, Кристиансанд, Норвегия [5]

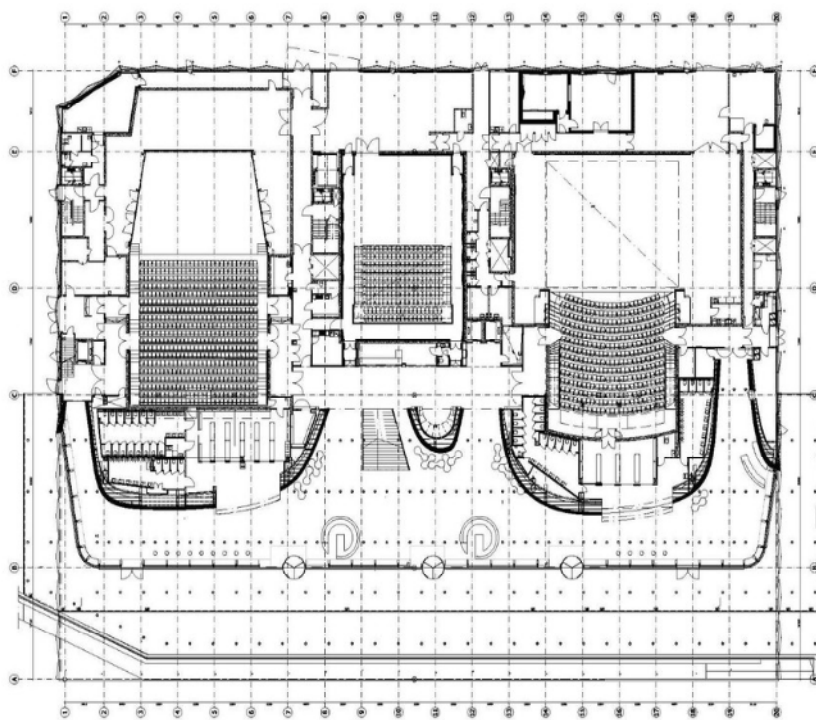
Архитекторы: ALA Architects. Arup Acoustics (акустика концертных залов), Brekke Strand Acoustics (общий акустический дизайн)

Местоположение: Кристиансанд, Норвегия

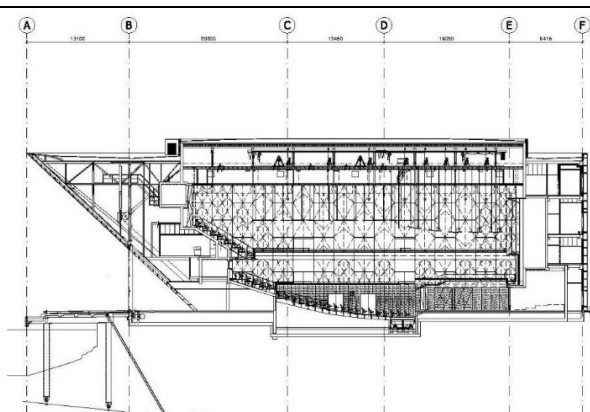
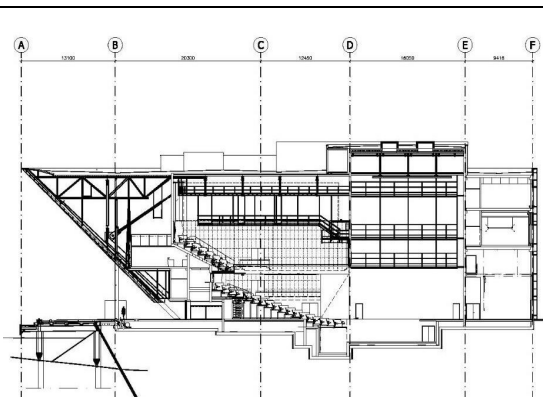
Год: 2012

Форма: прямолинейный зал с изогнутыми рядами сидений

Количество зрительских мест: 1185



План 1 этажа



Особенности акустического решения: Arup Acoustics (акустика концертных залов), Brekke Strand Acoustics (общий акустический дизайн). Широкое использование звукорассеивающей отделки на стенах (светло-серые модулированные панели) и вертикальных решетчатых звукопрозрачных поверхностей со звукопоглощающей обработкой и громкоговорителями, расположенными позади. В верхнем объеме установлены звукопоглощающие шторы, а во флайтауэре – звукопоглощающие панели из расширенной металлической сетки [4, с. 131].

3. Большой театр залива Сучжоу, Китай [6]

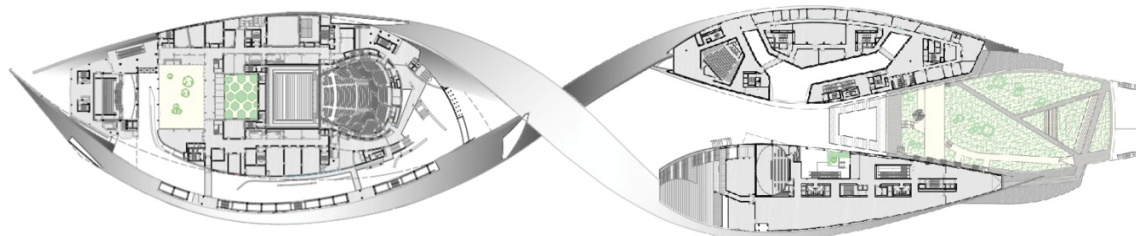
Местоположение: Сучжоу, Китай

Год: 2020

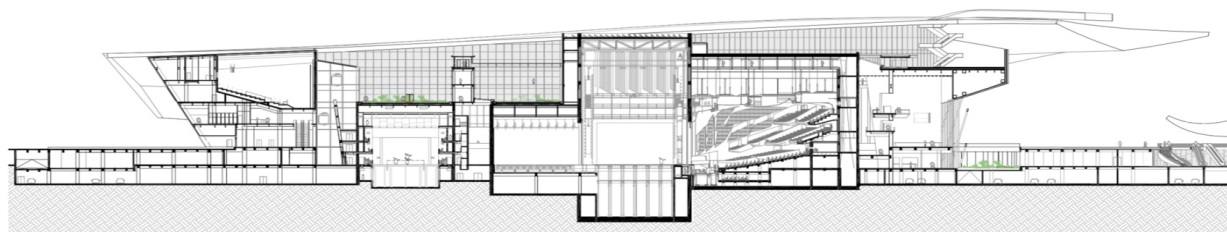
Архитекторы: Кристиан де Портзампарк, Акустика: Xu Acoustique

Особенности геолокации: на берегу озера Тай

Зрительный зал: 1600 мест



План 1 этажа



Разрез

Особенности акустического решения: Xu Acoustique. Использование деревянных материалов в отделке стен и изгибающихся подвесных звукоотражающих панелей. Архитектурно-планировочные особенности проектирования залов: многоярусные балконы.

Чтобы свести к минимуму поглощение звука в помещении, в проектом предложении предлагается использование массивных строительных материалов с низкими коэффициентами звукопоглощения. Поглощение звука аудиторией зависит от площади отражающих плоскостей зрительной аудитории, а не от количества мест, поэтому более плотная, более компактная аудитория с меньшими средними расстояниями между местами приводит к меньшему поглощению (и, вероятно, к меньшему расстоянию от источника) при подобной заполняемости зала. Из-за геометрии распространяющегося прямого звука плоскость аудитории с крутым наклоном поглощает больше доступной звуковой энергии, поскольку она лучше приближается к плоскости, перпендикулярной траектории распространяющегося звука.

Заключение. Изучение проектных аналогов театральных/концертных зданий в мировой практике с точки зрения акустических характеристик

зрительных залов привело к следующим выводам: специфика проектирования зрительных залов во многом обуславливается расчетной составляющей акустической концепции зала, дополненной продуманным выбором конструктивного решения и выбором современных акустических отделочных материалов; региональные особенности при решении акустических характеристик архитектурного пространства не имеют особого значения, за исключением использования редких форм звучания; требования к проектированию современных театральных/концертных комплексов в исследованных проектах были полностью синхронизированы с международными стандартами и не несут характерных национальных или страновых различий.

Список литературы

1. СП 309.1325800.2017 Здания театрально-зрелищные. Правила проектирования // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556686921> (дата обращения: 25.06.2022).
2. Ermann M. Architectural acoustics illustrated. Hoboken, New Jersey: John Wiley&Sons Inc. 2015. 729 p.
3. Grand Canal Theatre / Studio Libeskind // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/52814/grand-canal-theatre-daniel-libeskind?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user (дата обращения: 14.06.2022).
4. Patel R. Architectural acoustics. A guide to integrated thinking. London: RIBA Publishing. 305 p.
5. Kilden / ALA Architects // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/225522/kilden-ala-architects?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user (дата обращения: 24.06.2022).
6. Suzhou Bay Grand Theater / Christian de Portzamparc // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/953291/suzhou-bay-grand-theater-christian-de-portzamparc?ad_source=search&ad_medium=projects_tab?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user (дата обращения: 21.06.2022).

Об авторах

Халмурзаева Гаухар Баймурзаевна – кандидат архитектуры Института архитектуры и дизайна, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан). E-mail: ms.halmurzaeva@mail.ru

Кузьменко Светлана Никитична – кандидат архитектуры, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: svetlana.kuzmenko@novsu.ru

Тиленбаева Айгерим Жолдошбековна – магистрант Института архитектуры и дизайна, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (г. Бишкек, Кыргызстан). E-mail: aigerim.til@gmail.com

О рецензенте

Гаврилова Мария Юрьевна – кандидат архитектуры, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Mariya.Gavrilova@novsu.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕГО ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

**Храмов Д. Д.¹, Вареник К. А.¹, Вареник А. С.¹, Петров М. Ю.¹,
Кириллов А. В.¹, Дуйсенбеков Б. К.², Чамеев А. С.¹**

¹Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
(г. Великий Новгород, Россия)

²Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова,
(г. Шымкент, Казахстан)

E-mail: vkirillv89@mail.ru

DESIGN OF REINFORCEMENT OF A MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE BUILDING USING ITS DIGITAL INFORMATION MODEL

**Khramov D. D.¹, Varenik K. A.¹, Varenik A. S.¹, Petrov M. Yu.¹,
Kirillov A. V.¹, Duissenbekov B. K.², Chameev A. S.¹**

¹Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

²M. Auezov South Kazakhstan State University (Shymkent, Kazakhstan)

E-mail: vkirillv89@mail.ru

Аннотация. Методы и средства проектирования постоянно совершенствуются. Сегодня проектирование зданий и сооружений выполняется в САПР комплексах. Однако многообразие программных комплексов не позволяет в полной мере реализовать замысел концепции информационного моделирования (BIM), так как между узкоспециализированными программами возникают трудности обмена данными. В частности, в расчётных комплексах проектирование армирования происходит с нуля, далеко не все применяемые расчётные комплексы позволяют легко проработать результаты подбора армирования. В статье авторы исследуют возможности упрощения процесса проектирования армирования железобетонных конструкций путем связывания программы для информационного моделирования зданий (Revit) с программно-вычислительным комплексом (SCAD Office). Перспектива информационного моделирования в строительстве закреплена нормативными документами. Поскольку при проектировании с помощью программ САПР часто производятся однотипные операции, особенно при внесении изменений в проект, интерес представляет их автоматизация и упрощение.

Ключевые слова: проектирование; армирование; железобетон; цифровая информационная модель; программный комплекс.

Abstract. Methods and design tools change and improve every year, and now the design of buildings and structures is carried out in CAD software complexes. However, the variety of software systems does not allow to fully implement the concept of information modeling (BIM) due to the difficulties of data exchange between highly specialized programs. In particular, the design of reinforcement in design systems often occurs from scratch, and not all of the applied design systems

make it easy to work with the results of the selection of reinforcement. In this paper, we investigate the possibilities of simplifying the design process of reinforcement of reinforced concrete structures by linking the building information modeling program (Revit) with a software and computing complex (SCAD). The perspective of building information modeling is fixed by regulatory documents. Since when designing with CAD software programs, the same type of operations are often performed, especially when making changes to the project, their automation and simplification is of interest.

Keywords: *design; reinforcement; reinforced concrete; digital information model; software package.*

Введение. Building Information Modeling (BIM) – современная технология, позволяющая упростить процесс создания архитектурной модели здания, интегрировать данные в расчетный процессор, получить пакет рабочих чертежей без использования прикладных программ, составленных по нормам государства. Развитие BIM-технологий как инновационной идеи в строительной практике сокращает затраты времени, денежных средств и людских ресурсов, так как учитывает сроки строительства и поставок, нюансы жизненного цикла здания и вывода его из эксплуатации.

Информационная модель является цифровым прототипом объекта, в котором однозначно определен каждый его элемент и обеспечена их логическая взаимосвязь. Структура и назначенные взаимосвязи являются основными признаками информационной модели [1].

Создание цифровой информационной модели здания или сооружения предполагает прежде всего сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании и описание полученных данных в выбранном программном продукте. BIM модель рассматриваемого здания или сооружения и вся информация о нем рассматривается как единый объект [2].

Несмотря на все свои преимущества, внедрение технологий BIM – трудоемкий процесс. Например, в России использование BIM производится на зарубежном оборудовании и программном обеспечении, следовательно, возникают большие затраты по его закупки. Также данные программные обеспечения требуют адаптации для российской базы, а отечественные программы не обладают необходимым функционалом.

Одной из трудностей для специалиста, начинающего создавать BIM модель, является правильное решение о выборе того или иного программного продукта. Выбор очень велик, и при этом возможности программ во многом очень схожи [3].

Исходные данные для проектирования. Выбор проектного комплекса осуществляется на основании ширины распространения. Под такой критерий

лучше всего подходит Autodesk Revit. В программе Autodesk Revit есть аналитическая модель для расчётных комплексов.

Вместе с комплексом Revit хорошо сочетается SOFiSTiK AG, значительно облегчающий работу с армированием, а также Robot Structural Analysis. Однако эти программы являются более дорогими и сложным в изучении, по сравнению с популярными в России SCAD, ЛИРА САПР и ЛИРА СОФТ.

В данной работе применяется расчетный комплекс SCAD Office. Из возможностей данного комплекса, востребованных для этой работы, основными являются: расчёт строительных конструкций методом конечных элементов и по результатам расчета подбор площади армирования железобетонных конструкций, диаметр и количество арматурных стержней, а также передача результатов подбора в виде мозаики цветов [4].

Для работы над алгоритмом была создана трехмерная цифровая информационная модель здания коттеджа в программе Revit.

Объект представляет собой жилое двухэтажное здание, по форме в плане близкое к прямоугольному, размеры в осях 12×10 м, высота 6 м. Конструктивное решение: плитный фундамент, из монолитного железобетона, толщиной 400 мм. Несущие стены – монолитные железобетонные, толщиной 250 мм. Перекрытия и покрытие – монолитные железобетонные, толщиной 200 мм. Все монолитные железобетонные изделия выполнены из бетона марки В25 по прочности. Район строительства – город Великий Новгород.

Нормативное значение веса снегового покрова для III снегового района – 1.5 кПа. Нормативное значение скоростного напора ветра для I ветрового района – 0.23 кПа. Цифровая модель здания представлена на рисунке 1.

Одной из главных задач является создание связи между проектными комплексами Revit и SCAD. Revit и SCAD не имеют прямой функциональной совместимости. Основная идея алгоритма подразумевает включение аналитической модели в программе Revit и экспорт этой модели в файл формата DXF, который поддерживается программой SCAD.

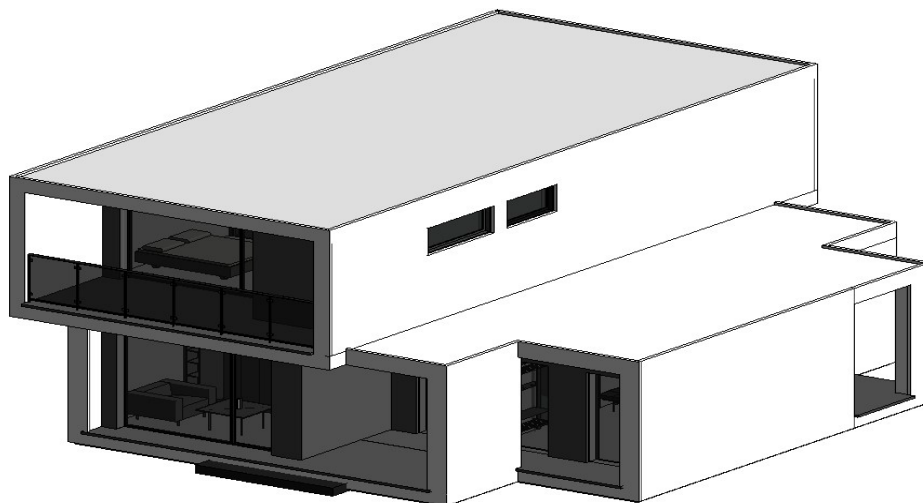


Рисунок 1. Цифровая информационная модель коттеджного дома в программе Revit

В программе SCAD файл открывается и уже содержит трехмерную геометрию объекта. Остается только задать жесткости, нагрузки и выполнить расчет. В ходе работы был разработан и описан алгоритм экспорта файла в DXF формат и импорта в SCAD, а также подробный алгоритм расчета армирования железобетонных элементов в SCAD Office.

Разработка алгоритма взаимодействия программных комплексов. Открываем модель в Revit, скрываем или удаляем все лишнее, оставляем только архитектуру. Включаем отображение аналитической модели. Открываем программу SCAD, выбираем ранее экспортированный файл, открывается проект. Открываем расчетную схему. На экране появляются контуры здания. Далее нужно создать группу, состоящую из всех узлов и элементов на экране, впоследствии эти узлы и элементы нужно удалить.

Следующим шагом нужно выполнить триангуляцию элементов: стен и перекрытий. Для ограничения в вертикальной плоскости назначим Винклеровский коэффициент постели [5]. Для ограничения в горизонтальной плоскости назначим закрепления по оси X и Y . Далее задаем собственный вес и сохраняем загрузку.

Потом задаем полезную нагрузку. Полезная нагрузка на фундаментную плиту и перекрытие принимается – 0.2 Т/м^2 , на плиту покрытия – 0.1 Т/м^2 . Отображение полезной нагрузки представлено на рисунке 2.

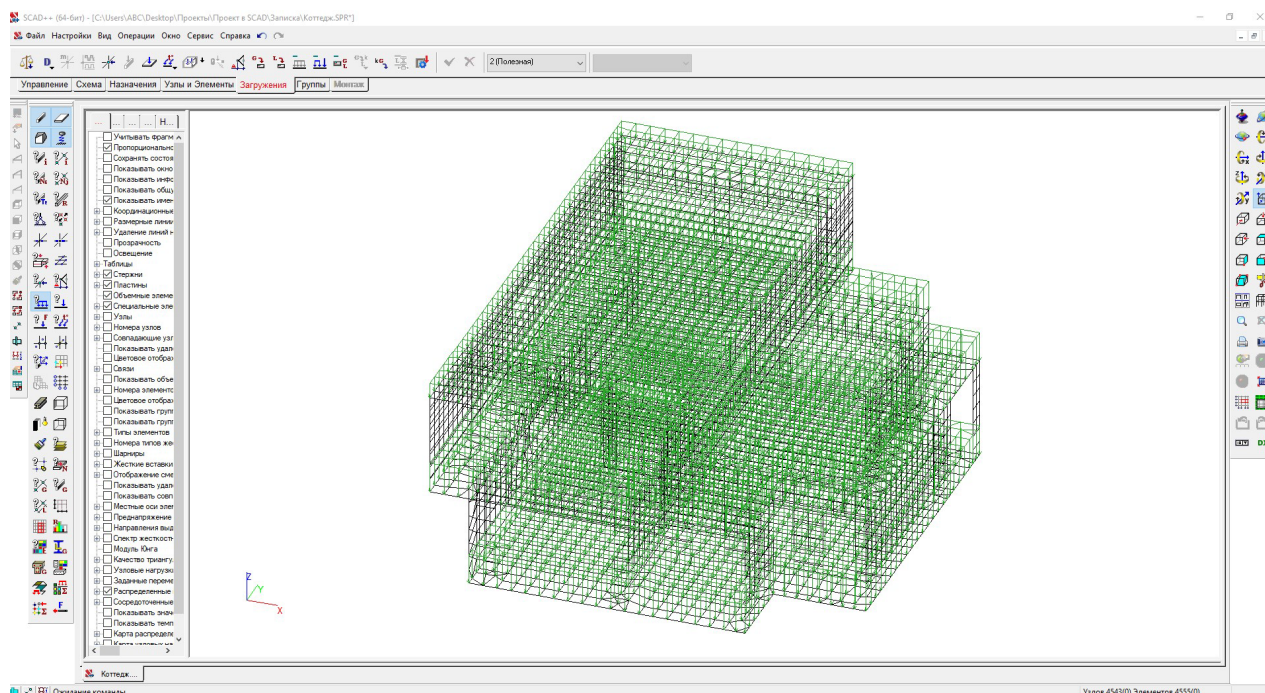


Рисунок 2. Отображение полезной нагрузки

Затем задаем снеговую нагрузку. Снеговая нагрузка принимается – 0.21 Т/м^2 . Для определения значений ветровых нагрузок воспользуемся программой-сателлитой Вест.

Открываем программу, задаем коэффициент $y_f = 2.8$. Установка такого коэффициента позволит сделать расчет с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки; данное заключение основывается на предыдущем опыте расчетов, результаты при отдельном расчете пульсационной составляющей и задании такого коэффициента получаются очень близкими.

Возвращаемся в SCAD и задаем ветровую нагрузку. Ветровая нагрузка принимается по отчету, представленному выше. Значение нагрузки: – 0.026 Т/м^2 . Не сбрасывая загрузку, повторяем те же действия, изменив вид нагрузки. Значение нагрузки: $P_1 = -0.026 \text{ Т/м}^2$; $P_2 = -0.027 \text{ Т/м}^2$. Аналогичным способом задается ветер по Y .

До расчета нужно задать комбинации загрузок и расчетные сочетания усилий и перемещений. Задаем комбинации загрузок. Коэффициенты: Собственный вес = 1; Полезная = 0.9; Снег = 0.9; Ветер по $X = 0$; Ветер по $Y = 0$. Это для расчета по первой группе предельных состояний. Для расчета по второй группе предельных состояний коэффициенты: Собственный вес = 0.91; Полезная = 0.69; Снег = 0.64; Ветер по $X = 0$; Ветер по $Y = 0$.

Задаем расчетные сочетания усилий и перемещений и переходим непосредственно к расчету. После выполнения расчета переходим к анализу

результатов. Для начала оцениваем перемещения здания. В окне перемещения отображаются значения перемещений, упорядоченные по цветовой шкале. Максимальное перемещение составило 8.5 мм.

Далее, для расчета и подбора арматуры назначаем группы конструктивных элементов. Расстояние до центра тяжести арматуры: $a_1 = 50$ мм; $a_2 = 40$ мм; $a_3 = 70$ мм; $a_4 = 60$ мм. Арматура: продольная: $A500$, диаметр 20, поперечная: $A500$, класс бетона: $B25$.

Далее делаем расчет фундаментной плиты. Выбор шага арматуры: 200 мм. Конструктивное армирование: $d12/200$ (5.655).

Далее нужно выполнить проверку заданного армирования. Критический фактор не превышен. Следовательно, армирование задано верно. Выведем результаты армирования фундаментной плиты. Например, заданное армирование (нижнее по X) показано на рисунке 3.

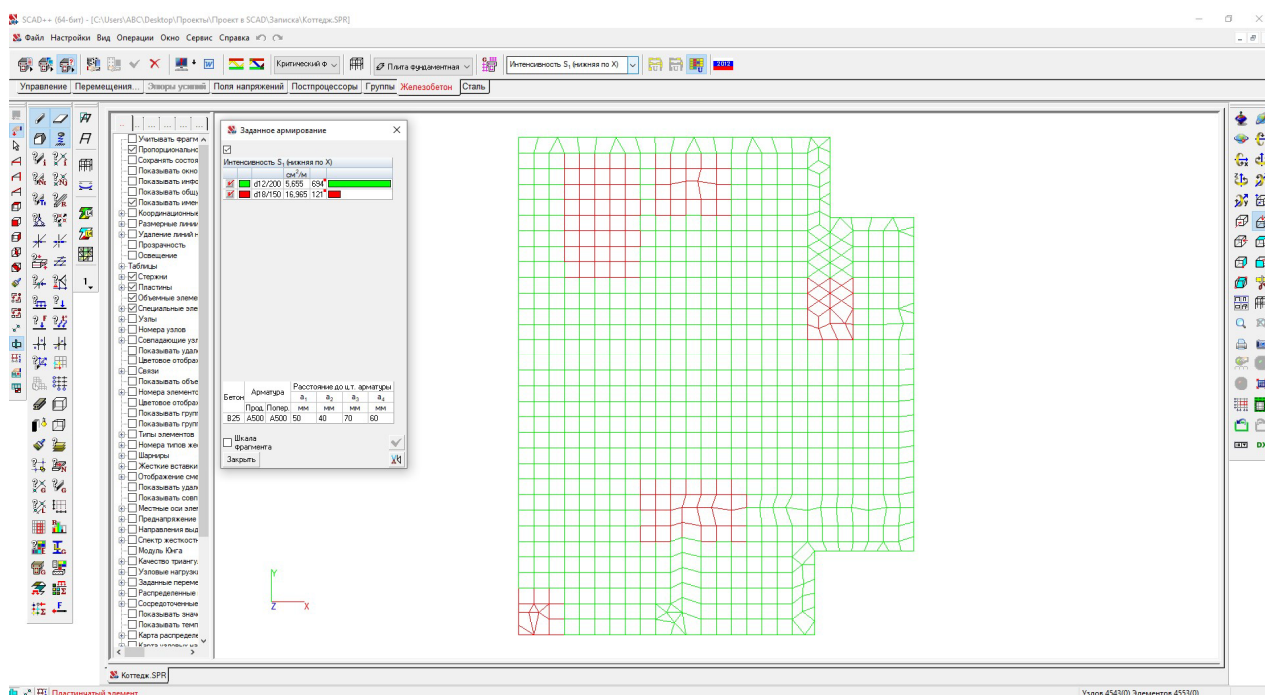


Рисунок 3. Изображение заданной нижней арматуры фундаментной плиты по оси X

По расчету армирование фундаментной плиты принимается следующим: на всей площади по низу и верху сетки из арматуры $A500$ $d12$ с шагом 200 мм. Поперечная – $A500$ $d12$ с шагом 400 мм. В выделенных зонах дополнительно устанавливаются сетки из $A500$ $d18$ с шагом 150 мм по низу и сетки из $A500$ $d14$ с шагом 150 мм по верху. Поперечная $A500$ $d10$ с шагом 75 мм.

Затем делается расчет стены на 1 этаже. Выбор шага арматуры: 200 мм, $d10/200$ (3.925). Задаем для начала фоновое армирование. Как было принято ранее, возьмем арматуру $d10$ с шагом 200 мм. Диаметр (нижняя, верхняя, поперечная) – 10 мм, шаг (нижняя и верхняя) – 200 мм, поперечная – 400. Теперь задаем дополнительное армирование в зонах, требующих усиления. Диаметр (нижняя, верхняя и поперечная) – 10 мм, шаг (нижняя – 150 мм, верхняя – 150 мм, поперечная – 75 мм).

Далее нужно выполнить проверку заданного армирования. Критический фактор не превышен. Следовательно, армирование задано верно. Затем выводятся результаты армирования стены. Например, заданное армирование (нижнее по X) показано на рисунке 4.

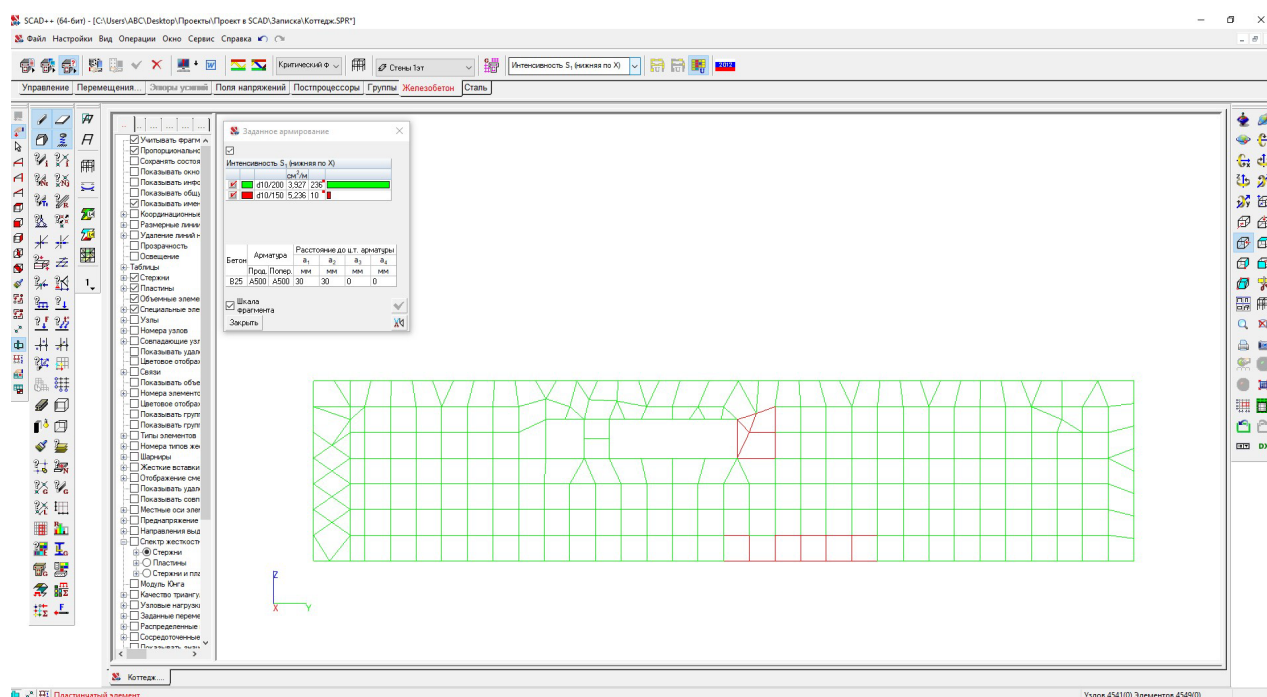


Рисунок 4. Изображение заданной арматуры нижней стенки по оси X

По расчету армирование стены на 1 этаже принимается следующим: на всей площади по низу и верху сетки из арматуры $A500$ $d10$ с шагом 200 мм. Поперечная – $A500$ $d10$ с шагом 400 мм. В выделенных зонах дополнительно устанавливаются по низу и верху сетки из арматуры $A500$ $d10$ с шагом 150 мм. Поперечная $A500$ $d10$ с шагом 75 мм.

Заключение. В ходе выполнения научно-исследовательской работы были реализованы основные задачи, поставленные на начальном этапе, и достигнут следующий результат:

1) создан и проверен алгоритм для взаимодействия проектных комплексов Autodesk Revit и SCAD Office, а именно для обмена и вывода

данных можно использовать файл формата DXF, содержащий пространственные пластины и узлы, координаты которых в Revit и выходном файле формата DXF совпадают, данные могут быть использованы для широкого спектра задач;

2) составлена методика проектирования армирования, позволяющая значительно экономить время на создании и расчете модели в комплексе SCAD Office.

Возможности составленного алгоритма проверены на информационной модели коттеджа и его отдельных монолитных железобетонных конструкциях. Даже при таком небольшом по объему здании расчет и подбор армирования занял намного меньше времени, чем при традиционном методе (создание модели здания в расчетной программе с нуля) или при ручном расчете. При работе с крупными проектами экономия будет еще более существенной. Представленный алгоритм предлагается для внедрения в проектные организации и для обучения студентов.

Список литературы

1. Талапов В. В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий. Москва: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
2. Jin R., Gidado K., Ashton P. Scientometric Analysis of BIM-based Research in Construction Engineering and Management // Engineering, Construction and Architectural Management. 2019. Vol. 26. P. 1750–1776.
3. Sampaio Z., Gomes M. BIM Interoperability Analyses in Structure Design // CivilEng. 2021. Vol. 2. P. 174–192.
4. Труш Л. И. Программно-вычислительный комплекс SCAD для расчета железобетонных конструкций: учеб. пособие. Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2004. 101 с.
5. Перельмутер А. В., Сливкер В. И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. Москва: ДМК Пресс, 2007. 600 с.

Об авторах

Храмов Данислав Дмитриевич – инженер, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s229398@std.novsu.ru

Вареник Кирилл Александрович – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: vkirillv89@mail.ru

Вареник Александр Станиславович – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Alexandr.Varenik@novsu.ru

Петров Михаил Юрьевич – старший преподаватель, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Mihail.Petrov@novsu.ru

Кириллов Алексей Васильевич – старший преподаватель, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Aleksey.Kirillov@novsu.ru

Дуйсенбеков Болат Камбарович – докторант, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова (г. Шымкент, Республика Казахстан). E-mail: bolat003@mail.ru

Чамеев Александр Сергеевич – техник, Политехнический институт, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: s244313@std.novsu.ru

О рецензенте

Арендателев Игорь Гурьевич – кандидат технических наук, доцент, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород, Россия). E-mail: Igor.Arendatelev@novsu.ru

Научное издание

ИННОВАЦИИ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ

*Сборник научных статей
Политехнического института
Новгородского государственного университета
имени Ярослава Мудрого*

Редактор *В. Г. Павлов*
Компьютерная верстка *И. В. Люля*

Подписано в печать 23.03.2023. Бумага офсетная. Формат 60×84 1/16.

Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,2. Уч.-изд. л. 8,8. Тираж 500 экз. Заказ № 23032023.

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого.

173003, Великий Новгород, ул. Б. Санкт-Петербургская, 41.

Отпечатано: ИП Копыльцов П.И.,

394052, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.

Тел.: 89507656959. E-mail: Kopyltsow_Pavel@mail.ru