

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК
ТРУДОВ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 34 (104)

ПРИКЛАДНЫЕ НАУКИ. СТРОИТЕЛЬСТВО

Архитектура. Дизайн

Геодезия

Строительные материалы

Строительные конструкции

Трубопроводный транспорт и инженерные сети

Обновляется 1 раз в год

Новополоцк

ПГУ

2020

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:
проф., д.т.н. Д. Н. Лазовский

Заместитель главного редактора:
доц., к.т.н. Ю. П. Голубев

Председатель ред. совета доц., д.т.н. В. К. Липский
Зам. председателя ред. совета доц., к.т.н. А. А. Бакатович

Архитектура и строительство:

доц., к. архитектуры Г. И. Захаркина
доц., к.т.н. Р. А. Минеев
доц., к.т.н. Е. Д. Лазовский
доц., к.т.н. Л. М. Парфёнова

Геодезия:

доц., к.т.н. А. М. Дегтярёв
доц., к.т.н. И. П. Шевелев
доц., к.т.н. В. В. Ялтыхов
доц., к.т.н. Г. Е. Головань

Трубопроводный транспорт и инженерные сети:

доц., к.т.н. В. В. Булах
доц., к.т.н. Т. И. Королёва
доц., к.т.н. Л. М. Спиридёнок

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА [Электронный ресурс]. – Новополоцк : Полоцкий государственный университет, 2020. – Вып. 34 (104). Прикладные науки. Строительство. – 1 электрон. опт. диск.

Издается с 2014 года (в печатном виде – с 2004 г.).

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671404562 от 30.11.2014 г.

В сборнике представлены труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета по направлениям прикладных исследований, проводимых в университете: архитектура и дизайн, геодезия, строительные материалы, строительные конструкции, трубопроводный транспорт и инженерные сети.

Предназначен для работников науки, образования и производства, будет полезен студентам, магистрантам и аспирантам университетов технических специальностей.

Учредитель: учреждение образования «Полоцкий государственный университет»
211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59 95 44, e-mail: vestnik@psu.by

Компьютерный дизайн *М. С. Мухоморовой*
Техническое редактирование и компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой*

АРХИТЕКТУРА. ДИЗАЙН

УДК 72.009

СОУЧАСТВУЮЩЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА СТЫКЕ АРХИТЕКТУРЫ И СРЕДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. В. БАЛДУЕВА

(Представлено: В. И. МАТВЕЙЧУК)

Статья раскрывает суть соучаствующего проектирования, которое основывается на участии населения в процессе проектирования. Охарактеризованы способы взаимодействия различных сторон с целью создания комфортной и современной городской среды.

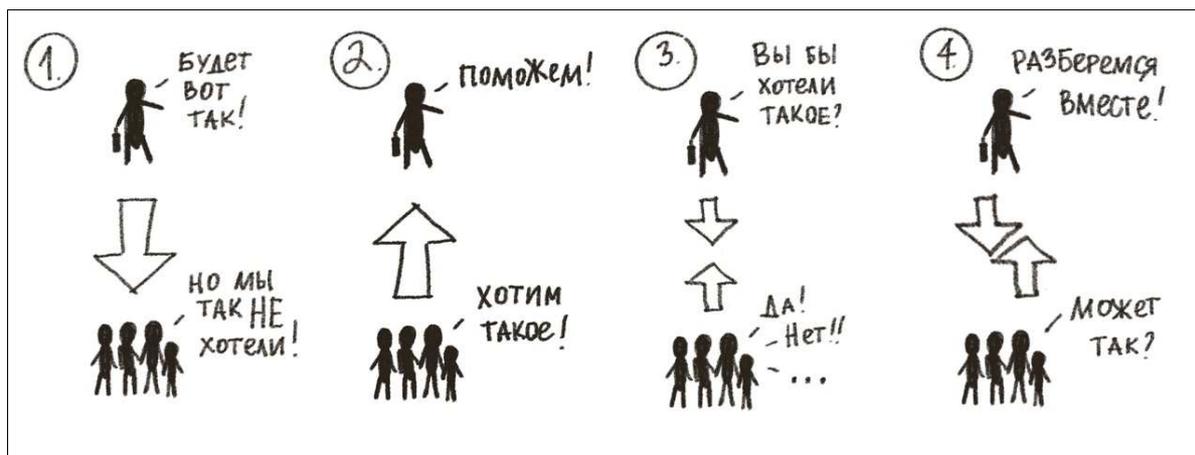
Введение. Часто итогом проектирования оказывается неиспользуемое невостребованное пространство. Почему так происходит с благоустроенными территориями? Ключ конфликта в несоответствии запроса и предложения. Планировщики постепенно осознают роль вовлеченности людей и детей в частности в развитие городской среды. Кроме того, формируются новые городские сообщества, становится популярной урбанистика и тема устойчивого развития территорий. Логичным решением проблемы представляется привлечение людей к проектированию, превращая их из простых потребителей в создателей идеального пространства для жизни.

Теория. Соучаствующее проектирование - процесс проектирования с участием всех заинтересованных сторон для выявления истинных проблем и потребностей людей, совместного принятия решений, разрешения конфликтов и повышения эффективности проекта. Целью является создание «места», которое будет нравиться людям, вызывать у них чувство привязанности и ответственности за его текущее состояние, а не благоустройства отдельно взятой проблемной территории [1].

Кроме того, архитектору важно не просто создавать иллюзию пользовательского участия, а настоящему вовлечь жителей в процесс проектирования. Сопоставляя роль архитектора в традиционном проекте и проекте с привлечением к участию непрофессионалов, будут заметны сильные изменения самого процесса, а именно в создании задания на проектирование, концептуальном проектировании и разработке конечного дизайна.

Термин «партисипативное проектирование» (в переводе с английского языка to participate – принимать участие) является прародителем понятия соучаствующее проектирование. Последняя формулировка появилась в русскоязычном пространстве благодаря переводу представителями бюро «Проектная группа 8» книги Генри Саноффа «Соучаствующее проектирование». По мнению американского исследователя, важными участниками данного процесса партисипации являются люди, преследующие некоторые цели, которые они сами для себя определили. Участие позволяет пользователям чувствовать себя значимыми частями процесса проектирования вместо стандартного принятия навязанного свыше решения. Основная задача всех сторон – сотрудничество [2]. Генри Санофф один из первых архитекторов, который обратил особое внимание на возможности привлечения населения к проектированию в первом издании своей книги *Participatory Design: Theory & Techniques*, 1990. Книга содержит множество теоретических и практических советов, которые были собраны в течение 20 лет, пока движение наращивало мощь. Данный печатный сборник в свою очередь отсылает нас к Джону Хабракену, архитектору и теоретику голландского происхождения, который в 1960-е гг. стал инициатором «Движения соучастия», а также теории *user participation in mass housing* (от англ.- участие пользователей/жильцов в массовом строительстве).

Принцип действия. Для осуществления полноценного процесса соучаствующего проектирования необходимо вовлечение в диалог следующих четырех сторон: населения, чиновников, представителей бизнеса и профессионалов. Допуская, что все четыре представителя принимают участие в решении проблемы, важно понимать, что население города- тоже в каком-то роде профессионалы/эксперты и зачастую лучше знают, как при идеальном сценарии должно функционировать пространство, а архитектор вовсе не обязан соглашаться на все предложения и пытаться угодить каждому, рискуя в таком случае не получить на выходе никакого результата. Возникает вопрос: каким образом должен быть выстроен процесс коммуникации между четырьмя сторонами, чтобы достичь максимально эффективного решения по проблеме? За время практики в архитектурном сообществе вырисовалось 4 основных способа коммуникации, иными словами 4 механизма, которые условно можно назвать «снизу-вверх», «сверху-вниз», «вместе» и «для горожан» (рис.1).



1 – «сверху-вниз»; 2 – «снизу-вверх»; 3 – «для горожан»; 4 – «вместе»

Рисунок 1. – Механизмы коммуникации горожан и администрации

Принцип «сверху-вниз» предполагает, что некоторый эскиз проекта уже создан и гражданам предлагается пользоваться предложенным. Горожан при данном способе взаимодействия только информируют о проекте. В таком случае интересы пользователей совсем не учитываются. Созданные места легко становятся проблемными, из-за недопонимания, как это должно работать и что из себя представляет «средний» человек, для которого они созданы. Город перестает развиваться, так как пользователи недовольны. Такой механизм признан крайне неэффективным, тогда как он является и самым популярным на постсоветском пространстве [3].

Принцип «снизу-вверх» действует по конкретному запросу горожан. В таком случае администрация выступает как поддерживающая сторона, обеспечивающая людей необходимыми инструментами. В данной ситуации необходим хороший модератор, ведь существуют и безумные некомпетентные жители, в диалоге с которыми легко перейти в соучаствующее проектирование для галочки. Группа людей должна быть достаточно самоорганизованной и иметь высокий интеллектуальный уровень, чтобы влиять на процессы проектирования.

Принцип «вместе». Пожалуй, самый близкий к идеалу механизм. При данном варианте не существует соревнования между сторонами проектирования, кто имеет больше информации или более компетентен. У всех сторон общие интересы. Учитывается тот факт, что в случае реализации жители могут принимать непосредственное участие в работах, которые не требуют специальной подготовки или квалификации. Инструменты такого механизма гораздо более показательные, нежели при применении принципа сверху-вниз. Так вопрос может обсуждаться на открытых собраниях, для формирования запроса и концепции могут проводиться воркшопы и даже создаваться проектные мастерские. Хорошо, если команда многофункциональная и содержит не только архитекторов, а, например, историков, аналитиков и др. Итогом всегда становится масса информации и подсказок для архитектора, которые должны быть переработаны и представлены населению на дальнейшем этапе работ [4].

Принцип «Для горожан» часто включает в себя фрагментарное влияние пользователей на процесс. Так, например, жители могут пройти опрос или анкетирование, но так и не быть вовлеченным в дальнейшее проектирование. Люди становятся своего рода консультантами и не ответственны за то, каким образом архитектор и администрация интерпретируют их ответы. Снова может получиться так, что жители недовольны конечным решением [4].

Стоит отметить, что вопрос привлечения жителей к различным по типологии пространствам является открытым. Каждый отдельный архитектор имеет свое собственное мнение по поводу того, могут ли жители привлекаться для проектирования междворового пространства и создания крупного общественного пространства (площади, пешеходной улицы) не теряя в качестве. Нужно понимать, что уровни вовлеченности горожан при этом могут быть разными и использоваться должны только в соответствии с ситуацией, чтобы избежать недопонимания или же перегрузки одной из сторон. В зависимости от оцененного и выбранного адекватного уровня вовлеченности жителей, будет строиться работа администрации города и населения. Самыми эффективными и истинно соучастными являются уровни включения, делегирования и партнерства, когда на каждом отдельно взятом администрация соответственно консультирует горожан и они принимают решение, администрация передает часть полномочий по управлению проектом гражданам, горожане управляют проектированием при поддержке администрации.

Вывод. Посему можно сделать заключение, что прозрачность проекта проектирования гораздо важнее, чем монолитный состав проекта, ведь работа с жителями и есть ключ к успеху. И речь идет не о ряде исключения для отдельных групп населения, как например инклюзивная среда для маломобильных групп населения, а о целенаправленном проектировании для них. Таким образом, население должно вовлекаться в работу на самых ранних стадиях, чтобы добиться реализации своих пожеланий. Соучастное проектирование может иметь свои подводные камни, однако правильно подобранный механизм коммуникации и порядок действий приведут к желаемому результату и удовлетворению потребностей всех сторон соучаствующего проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Редакция «Инде»// Архитекторы Надежда Снигирёва и Дмитрий Смирнов: «Общественные пространства — это не скамейка с фонарём, это люди и их взаимодействие» [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://inde.io/article/1598-arhitektory-nadezhda-snigiryova-i-dmitriy-smirnov-obschestvennyye-prostranstva-eto-ne-skameyka-s-fonaryom-eto-lyudi-i-ih-vzaimodeystvie>. – Дата доступа: 22.09.2020.
2. Санофф, Г. Соучаствующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов / Г. Санофф. – Вологда : Проектная группа 8, 2015. – 170 с.
3. КБ «Стрелка» Вовлечение жителей в проекты благоустройства, методические рекомендации по реализации проектов повышения качества среды моногородов. – М.: КБ «Стрелка», 2018. – 17 с.
4. Бибиков, Д. Общественные пространства спальных районов / Д. Бибиков, А. Карпека, Н. Потапенко. – Минская урбанистическая платформа, 2016. – 28с.

УДК 72.009

**СОУЧАСТВУЮЩЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В БЕЛАРУСИ
НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ГОРОДА МОГИЛЕВА****А. В. БАЛДУЕВА***(Представлено: В. И. МАТВЕЙЧУК)*

Рассмотрены направления совместной работы архитекторов и администрации с гражданами города на примере областного центра - Могилева.

Введение. Понятие «город для людей» неразрывно связан с процессом партисипации, иначе-соучастием. Потребности и запросы людей постоянно меняются и эволюционируют, поэтому жизнь в городе должна быть переосмыслена. Вовлеченные в архитектурную среду профессионалы и представители смежных специальностей, четко ощущают актуальность такого инструмента городского развития, как соучастие на примерах конкурсных работ или в момент участия в семинарах, воркшопах. Особенно четко в последнее десятилетие модное направление читается в проектах нашего ближайшего соседа - России. Объясняется это участием в Инициативе «Партнерство в области открытого правительства», представленной в Вашингтоне в 2011 году, направленное на создание прозрачности всех административных процессов, расширению прав и возможностей граждан, а также борьбе с коррупцией [1].

Соучастное проектирование в городах Беларуси. Часто общественное обсуждение с местным населением бывает весьма непростым. Необходимо учитывать тот факт, что есть горожане, которым по субъективным причинам, не имеющим под собой никакой рациональной базы, может не понравиться проект, например, цветовая палитра или предметное наполнение. Кроме того, бывает довольно сложно объяснить горожанам, что проект не нарушает никаких норм и изменения неизбежны. Поэтому нередко общественное обсуждение ставит архитектора в позицию защиты, заставляя жестко оперировать законодательной базой и только. Для того, чтобы постепенно повысить уровень компетентности населения, следует воспользоваться возможностями партисипации, попытаться создать сообщества жителей, мягко обучать, вернуть им чувство ответственности за участок земли.

Хотя многие архитекторы и организации на протяжении последних 80 лет использовали методы соучастного проектирования, до сих пор нет процесса «шаблона», который подходил бы для всех ситуаций. Описанная выше практика становится все более востребованной у архитекторов, урбанистов, чиновников и активных горожан как альтернативный подход к формированию среды в соседской России. Участие жителей Беларуси в политических процессах, к сожалению, на законодательном уровне растет значительно медленнее.

Могилев. В качестве самого приближенного к соучастному методу проектирования городская администрация предлагает жителям участвовать в общественных обсуждениях и выражать свое мнение о видении концепций. Так, например, в Могилевский городской исполнительный комитет любой желающий может направить свои замечания и предложения по объекту проектирования/реконструкции. Так же в качестве связующего звена между горожанами и администрацией (Министерством архитектуры и строительства и т.п.) выступает платформа Petitions.by «Удобный город». Во всех перечисленных способах взаимодействия города и жителя существует препятствие - отсутствие всесторонней полноценной исследовательской работы со стороны жителей и отсутствие личной привязанности к объекту у представителей власти. На лицо проблема взаимодействия гражданского общества с местными органами власти. Поэтому для качественного результата архитектор должен выступать модератором при взаимодействии заказчика с исполнителем, координируя действие и тех, и других.

Хорошим подспорьем для работы с людьми может стать негосударственная городская инициатива. Так, например, в Могилеве уже более 6 лет существует Центр городских инициатив (далее ЦГИ), который создан активными небезразличными общественными деятелями, художниками, музыкантами, журналистами. Среди проектов ЦГИ есть как «Школа активизма», фестивали, так и реальные городские проекты. Один из проектов с говорящим названием «Городские диалоги» приглашает могилевчан, представителей власти и бизнеса для обсуждения и взаимного просвещения в вопросах уплотнения застройки, транспортных проблем, проблем экологии, концепции развития города и т.п.[2]

Проект ЦГИ «Теплица» (школа городской активности) организовал создание городских инсталляций в рамках «Praekt 14», «Стихи на стенах», внедрение огородов в придомовую территорию многоквартирного жилого дома «Городские джунгли», а так же ответвление - обучающий лагерь «Urban camp» [3]. Однако коллектив ЦГИ не обладает достаточным набором специалистов в своем составе, чтобы полноценно взаимодействовать с архитектурной средой. Изменения касаются чаще всего малых архитектур-

ных форм, муралов, и другой суперграфики в городе, которая частенько не соответствует и минимальным эстетическим требованиям.

В рамках другого проекта могилевского Центра городских инициатив было проведено исследование уровня доверия граждан к администрации. Итоги массового анкетного опроса позже были собраны в аналитической записке на тему «Актуальные проблемы города Могилева и пути их решения: мнение горожан». Согласно результатам опроса, граждане имеют минимальные возможности влиять на власть при решении городских проблем (1,93 балла по 10-балльной шкале). Потенциальная готовность населения воздействовать на власть не выражает большой решимости, однако все же оказалась выше более чем в 2 раза (4,47 баллов по 10-балльной шкале). Участники фокус-группы назвали предпочитаемые горожанами способы воздействия на местную власть:

- жалобы (56,3% упоминаний),
- письменные обращения (37,5%),
- звонки на прямую линию (31,3%),
- обращения к Президенту (12,5%),
- забастовки (6,25%),
- взятки (6,25%) [4].

Возможно, участие Беларуси в Партнерстве открытого правительства положительно отразилось бы на уровне вовлеченности жителей в партисипацию, повлияла бы на степень коррумпированности власти и степень доверия граждан решениям администрации. Однако, решение о влиянии на проблемные ситуации в рамках города или другого населенного пункта не должно целиком и полностью лежать на плечах правительственных органов, но и должно поддерживаться инициативным населением.

В момент, когда эпидемия затронула все сферы жизни, в том числе и архитектуру, современных реалиях в условиях самоизоляции довольно сложно осуществлять любые манипуляции, касающиеся живого общения. Одним из способов вовлечения горожан в проект может стать публикация в прессе. Чтобы вовлечь все возрастные группы населения, стоит использовать интернет-пространство, публикации могут быть размещены не только в печатных изданиях, но и на интернет порталах. Из публикаций в различных источниках можно извлечь полезные комментарии и отзывы. Краткая историческая сводка от эксперта в материале может привлечь внимание к проекту. В данной ситуации для моделирования процесса коммуникации с населением был взят за основу опрос горожан корреспондентом «Вестник Могилева» об их отношении к главной площади исторического центра города Могилева- площади Славы.

Для начала краткая историческая справка о вышеназванном пространстве. Площадь организовалась в XVI веке и являлась средоточием хозяйственной составляющей городской жизни. В XVII веке к площади примкнула ратуша. Соседствующая застройка стала активно меняться в 20-е гг XX века, здесь по периметру площади возник ряд административных зданий. В 1917 году площадь стала называться Советской. Во время ВОВ площадь не раз находилась в центре боевых сражений, соответственно общий вид пространства претерпевал очередные изменения. В 60-е гг здесь появляется первое жилье, два пятиэтажных многоквартирных жилых дома. Уже в 1980 году площадь приобретает вид, близкий к современному, формируется ансамбль, центром которого становится мемориальный комплекс «Борцам за Советскую власть» с бронзовой статуей женщины, под названием «Крылатая», и вечным огнем.

В 2014 году площадь Славы в центре Могилева претерпела очередные изменения. Хочется напомнить, что совсем недавно было установлено несколько десятков флагштоков, которые украсили государственными флагами. Это удивило всех без исключения горожан. Власти города посчитали, что площадь должна отражать славное прошлое не только Могилева, но и областных, и районных городов [5]. Так же площадь получила новое название, выбранное депутатами городского совета – площадь Славы. Для дальнейшей работы над реконструкцией пространства площади в полноценное общественное пространство, полезной может стать информация, отображающая личное отношение пользователей к исследуемому объекту. Ниже некоторые из ответов респондентов.

Анастасия Шестернева, преподаватель:

«Площадь Славы - это одна из главных площадей нашего города. На площади расположены памятники, посвященные историческим событиям. Когда к нам приезжают друзья из других городов и стран, мы обязательно посещаем это место. С каждым годом площадь заметно преобразуется, что не может не радовать.»

Алеся и Александр Демины, семья могилевчан:

«Очень любим гулять на площади Славы всей семьей. Здесь красивый вид, дети особенно любят смотреть на Днепр и ратушу. Хорошо, что здесь сделали перила, красиво и безопасно, стало больше скамеек. Вообще город становится очень красивым, рядом парк Подпиколье, где можно хорошо провести летний вечер. Мы очень довольны.»

Андрей Зенькевич, работник торговли:

«Давно не был на площади Славы, живу сейчас в Минске. Пришли сюда с друзьями прогуляться, приятно удивился — площадь стала выглядеть современнее. Считаю, что сюда нужно вкладывать, ведь это одна из первых городских площадей, здесь сконцентрирована история города. Мне еще, правда, не довелось побывать в ратуше, но очень хотелось бы.»

Наталья Рябычина, пенсионерка:

«На площади Славы символически сосредоточена историческая жизнь города. Для нас, пенсионеров, это целая веха жизни, особенно памятник. В народе к статуе женщины прочно приклеилось название «Оксана, бегущая с Лавсана». Насколько мне известно, официальное название ее — «Крылатая». Хорошо, что площадь обновляют, придумывая, чем бы еще привлечь горожан.» [5]

В ответах горожан ясно читается открытость изменениям, люди активно коммуницируют с внешним миром и достаточно легко впитывают зарубежные новшества, стараются интересоваться трендами и формировать свое собственное понимание удобства и безопасности. Для расшифровки и анализа информации, составления отчета и выводов не хватает конкретных предложений, видения возможных проектов, поэтому для подготовки дизайн-проекта требуется проведение встреч с пользователями и интервью с заинтересованными пользователями. Особое внимание следует уделить встречам с детьми и подростками, которые часто обладают важной информацией о территории и уникальным опытом взаимодействия с ней. Для работы в одиночку не совсем подходит способ работы с населением по средствам создания рабочей группы или организации мастерских, или проведения проектных семинаров, но сбор информации может продолжаться по средствам опросов на интернет-платформах, встречах с жителями и интервью.

Вывод. Позитивная партисипация продолжит появляться в Беларуси только в рамках конкурсных проектов или общественных обсуждений, не имеющих продолжения до тех пор, пока не будет существовать законодательной базы, в которой отразится обязательное участие жителей в процессе проектирования и улучшения качества городской среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспертный совет при Правительстве РФ // Развитие системы Открытого правительства будет продолжено в новом формате [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://open.gov.ru/events/5517645/>.-Дата доступа:24.09.2020
2. Центр городских инициатив // О ЦГИ [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://urbanistic.by/o-nas/>.-Дата доступа: 24.09.2020.
3. ТЕПЛИЦА школа городских инициатив // Проекты [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://school.urbanistic.by/proekty-tepliczy/>.- Дата доступа: 23.09.2020
4. 4.Центр городских инициатив // Актуальные проблемы г.Могилева и пути их решения [Электронный ресурс]. - 2018. - Режим доступа: <https://urbanistic.by/2018/12/21/aktualnye-problemy-g-mogileva-i-puti-ix-resheniya/>.-Дата доступа: 24.09.2020.
5. Могилевский городской исполнительный комитет// Флаги площади Славы [Электронный ресурс]. - 2014. - Режим доступа: <http://mogilev.gov.by/v-gorispolkome/21553-flagi-ploshchadi-slavy.html/>. – Дата доступа: 24.09.2020.
6. Вестник Могилева // Площадь Славы - сердце Могилева [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.vestnikmogileva.by/obshestvo/ploshchad-slavyi-serdtse-mogileva.html/>. – Дата доступа: 23.09.2020.

УДК 628.987

ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ**Д. П. БЕГУНОВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д. Д. ЖУКОВ)*

Представлены результаты промежуточного этапа исследования, посвященного разработке вариантов оптимальной световой интерьерной среды. При этом приоритетным рассматривается естественное освещение, уровень и качество которого в жилых зданиях зачастую не являются оптимальными.

Естественное освещение является обязательным условием для комфортного пребывания человека в помещениях различного назначения. Оно создается благодаря таким световым проемам, как окна, балконные двери и витражи, а также потолок, стены, пол и другим составляющим помещения в качестве светоотражающих поверхностей.

При проектировании зданий в условиях уплотненной застройки существует проблема затененности, вызывающая нехватку дневного света в помещениях особенно нижних этажей зданий. Это приводит к росту энергозатрат на искусственное освещение.

Различают следующие виды естественного освещения:

1. Боковое одностороннее – через световые проемы, расположенные в одной из наружных стен помещения;

2. Боковое – через световые проемы, расположенные в двух противоположных наружных стенах помещения;

3. Верхнее – через фонари, а также световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;

4. Комбинированное – через световые проемы для верхнего и бокового освещения.

Верхнее освещение создает меньшее количество теней и его сложнее затенить.

Выделяют четыре основных требования к естественному освещению, таких как:

1. Равномерность;

2. Обеспечение требуемой освещенности рабочих поверхностей;

3. Устранение направленного слепящего прямого и отраженного солнечного света;

4. Обеспечение необходимой яркости окружающего пространства за счет достаточного уровня освещенности и цветовой отделки поверхностей интерьера;

Один из способов увеличения уровня естественного освещения – увеличение световых проемов – приводит к ещё одной проблеме: увеличению теплопотерь за счёт большой площади остекления. Для нормализации освещения устанавливают окна под углом 15-20° относительно плоскости обычных окон, что увеличивает коэффициент естественного освещения и длительность инсоляции помещений [1]. Возможность применения этого способа зависит от особенностей стен и кровли.

К инновационным способам повышения уровня естественного освещения относятся не только приспособления, встраиваемые внутри помещения, такие как световоды и рефлекторные системы, устанавливаемые на окна, но и световые экраны, работающие подобно рефлекторной установке и закрепляемые на фасадах зданий. Такие экраны обеспечивают направленное отражение света от его источника на затененные фасады зданий, которые расположены по соседству с теми, на которые устанавливаются экраны подобного типа. Они могут быть использованы вблизи зданий различного назначения: промышленного, общественного и жилого типов. Выбор системы естественного освещения следует производить исходя из архитектурных и конструктивных решений здания. Помимо этого, в отделке зданий могут применяться материалы с высоким коэффициентом светоотражения. Этот способ зачастую используется при реконструкции и строительстве жилых комплексов, офисных центров из нескольких корпусов. Часто отделочные материалы и цвет фасада выбирают исходя из эстетических соображений без учета характеристик отраженного освещения в расположенных рядом зданиях. В результате окрашенные в темные цвета стен становятся причиной повышенных расходов на электроснабжение в соседних корпусах по причине использования дополнительных источников искусственного света для нормализации уровня освещенности.

Помимо проблемы недостатка уровня освещенности может существовать проблема переизбытка слепящего света в помещении. Так, особенно в утренние и вечерние часы, когда солнце находится близко к горизонту, на некоторых этажах зданий солнце может оказывать слепящее воздействие.

В ряде случаев существует проблема блескости. Она возникает тогда, когда общая яркость поверхностей в помещении значительно ниже, чем яркость источника света. Такими источниками могут

быть как элементы искусственного освещения, так и естественного. Блескость может также проявляться в случаях, когда свет от источников падает на глянцевые поверхности и отражается от них.

Выделяют два типа блескости: слепящую и дискомфортную. При слепящей блескости нарушается и искажается видимость деталей и объектов, что приводит к затруднению восприятия предметов. Дискомфортная блескость в свою очередь оказывает зрительные неудобства без значительного искажения в восприятии предметов.

Самый распространенный тип блескости – дискомфортный.

Зачастую блескость возникает в сочетании источников яркого света и зеркально отражающих поверхностей. Это могут быть зеркала, глянцевый пластик, полированный металл.

Блескость в негативном ключе влияет на концентрацию внимания и тем самым причиняет как физические, так и психоэмоциональные неудобства. К физическим можно отнести головную и глазную боли, а к психоэмоциональным – раздражительность [2].

Для ограничения слепящего воздействия световых проемов в светлое время суток рекомендуют:

1. Планировать зоны, где человек будет находиться продолжительное время, так, чтобы вероятность прямого взгляда человека на участки с повышенной яркостью была минимальной;

2. Уменьшать площадь видимых участков неба с помощью жалюзи, карнизных выступов, тентов, устройств, рассеивающих свет;

3. Снижать яркость окон с помощью штор, жалюзи, специального остекления (при этом следует оценить возможность возникновения отражения светильников в остеклениях и, как следствие, рост слепящего действия [3].

Отраженную блескость можно ограничить за счет подбора вспомогательного оборудования, типов светильников. Для снижения отраженной блескости дополнительно рекомендуют использовать внутреннюю отделку интерьеров помещений с коэффициентом отражения для потолка 0,7–0,8, для стен 0,5–0,6, для пола 0,3–0,5.

Одним из способов солнцезащиты может быть расположение фасадов здания относительно сторон света таким образом, чтобы оптимизировать количество света, поступающего в помещения этого здания [4].

А также на фасадах зданий, нуждающихся в защите от попадания большого количества света, могут быть установлены специальные солнцезащитные устройства, могут быть высажены растения для затенения фасадов.

По месту установки и положению относительно светопрозрачной конструкции различают следующие солнцезащитные устройства:

1. Наружные;

2. Межстекольные;

3. Межстекольные с вентилированием межстекольного пространства для установки в двойных фасадах;

4. Внутренние;

5. Комбинация некоторых из перечисленных мест установки [5].

Светозащитные устройства по типу конструкции могут быть:

1. Сплошными (сплошные непрозрачные или частично прозрачные конструкции различной рациональной конфигурации);

2. С применением ламелей (затеняющие элементы состоят из ряда параллельных ламелей. Такое решение обеспечивает солнцезащиту с меньшим расходом материалов, оптимальным сопротивлением ветровым нагрузкам).

По положению затеняющих элементов светозащитные устройства могут быть:

1. Горизонтальными - в которых затеняющие элементы расположены горизонтально. Например, жалюзи с горизонтальными ламелями, летние помещения следующего этажа, такие как балконы и лоджии, а также консоли и козырьки над световыми проемами;

2. Вертикальными - в которых затеняющие элементы расположены вертикально. Например, жалюзи с вертикальными ламелями, а также боковые стенки лоджий, ризалиты и другие внешние элементы дома;

3. Общего положения - в которых затеняющие элементы расположены под углом к проекции светового проема. В качестве светозащитных устройств общего положения могут использоваться жалюзи с наклонными ламелями;

4. Комбинированными – состоящими из двух или более систем затеняющих элементов разного положения. Такими устройствами могут быть сотовые конструкции, состоящие из вертикальных и горизонтальных элементов.

В качестве материалов для изготовления затеняющих элементов светозащитных устройств могут быть древесина, стекло, металл, пластик, ткань и иные материалы, обладающие низкими значениями теплоемкости.

Заключение. Таким образом, для комфортного пребывания человека в помещении необходимы определенные показатели естественного освещения, для обеспечения которых и предотвращения дополнительных затрат электроэнергии должны соблюдаться определенные условия еще на этапе проектирования здания, однако существует ряд традиционных и инновационных способов улучшения световой среды в уже существующих зданиях, которые по тем или иным причинам нуждаются в исправлении проблем с уровнем освещенности помещений.

Дальнейшие этапы исследования будут направлены на подбор средств улучшения световой среды в зданиях типовых застроек старых серий, нуждающихся в реновации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительство и недвижимость [Электронный ресурс] / Проблемы инсоляции зданий – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/1999/15/sn91508.htm> – Дата доступа: 20.09.2020;
2. ExhertUNION [Электронный ресурс] / Освещение и зрительная работоспособность – Режим доступа: <http://expertunion.ru/prochee/osveschenie-i-zritel'naya-rabotosposobnost-2.html> – Дата доступа: 21.09.2020;
3. КИОиУД [Электронный ресурс] / Мероприятия по улучшению условий труда – Режим доступа:
4. <http://edu.trudcontrol.ru/~3d/item/paxlJuqG> – Дата доступа: 20.09.2020;
5. Proectingg [Электронный ресурс] / Нормы проектирования – Режим доступа: <https://proectingg.org/normy-proectirovaniya548961375469.html>– Дата доступа: 15.09.2020;
6. Меганорм [Электронный ресурс] / Солнцезащитные устройства зданий – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293735/4293735532.htm#i54843> – Дата доступа: 21.09.2020.

УДК 628.987

УЛУЧШЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ
КВАРТИРЫ И ОФИСНОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Д. П. БЕГУНОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д. Д. ЖУКОВ)

Представлены результаты этапа исследования, посвященного разработке вариантов оптимальной световой интерьерной среды в квартирах многоэтажных крупнопанельных зданий старых типовых серий на примере здания серии М111-90 постройки 1987 года и помещения небольшого офиса. При этом приоритетным рассматривается естественное освещение, уровень и качество которого в жилых и общественных зданиях зачастую не являются оптимальными.

Свет играет одну из главных функциональных и художественных ролей при создании практически любого интерьера.

Естественное освещение является результатом природных процессов и зависит от географических данных местности, времени года, времени суток и состояния атмосферы [1].

Требования к естественному освещению помещений:

1. Равномерность;
2. Обеспечение требуемой освещенности рабочих поверхностей;
3. Устранение направленного слепящего прямого и отраженного солнечного света;
4. Обеспечение необходимой яркости окружающего пространства за счет достаточного уровня освещенности и цветовой отделки поверхностей интерьера;

Естественное освещение создается благодаря таким световым проемам, как окна, балконные двери и витражи, а также потолок, стены, пол и другим составляющим помещения в качестве светоотражающих поверхностей. За счет отражения света от различных поверхностей в интерьере создается его диффузное распределение.

В Беларуси в 1980–1990-е годы построено большое количество жилых многоэтажных крупнопанельных зданий серии М111-90.

Проблема квартир и, в частности, помещений зданий этой серии заключается в явно недостаточном уровне естественной освещенности.

При помощи приложения Smart Luxmeter ver. 1.0.0, установленного из Play Маркета на смартфон Xiaomi Redmi 4X, были произведены замеры естественной освещенности в помещениях торцевой квартиры, располагающейся на 9-м этаже 12-этажного дома серии М111-90 постройки 1987 года в г. Минске (рис. 7). Измерения уровня освещенности производились трижды:

1-е измерение: с 12:01 по 12:10 12 сентября 2019 года в условиях солнечного сияния. В скобках указаны значения освещенности при закрытых дверях;

2-е измерение: с 18:20 по 18:26 12 сентября 2019 года в условиях солнечного сияния;

3-е измерение: с 16:25 по 16:30 13 сентября 2019 года в условиях пасмурной погоды.

В трех указанных случаях все внутренние двери были распахнуты, а шторы – раздвинуты, почти полностью открывая световые проемы.

В ходе измерений, которые производились в геометрическом центре помещений (рис. 7), элементы, затеняющие квартиру снаружи, отсутствовали. Полученные значения освещенности представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты измерения освещенности

Место измерений	Название помещения	Освещенность, лк		
		1-е измерение	2-е измерение	3-е измерение
1	Кухня	56	12	16
2	Гостиная	56	12	12
3	Спальня	62	16	16
4	Коридор	4 (2)	0	0
5	Коридор	8 (0)	4	4
6	Спальня	72	8	8
7	Лоджия	1530	276	388

Очевидно, что средняя часть квартиры – коридор – получает слишком мало естественного света. Если также учесть, что боковое освещение комнат означает резкое снижение освещенности по мере удаления от стеновых световых проемов, можно сделать вывод о том, что рассматриваемая и подобные по освещенности квартиры нуждаются в значительном улучшении их световой среды. Причем подобное улучшение возможно осуществлять в рамках общей реконструкции или даже капитального ремонта рассматриваемых зданий.

Существуют инновационные методы улучшения световой среды [2]. К ним можно отнести применение световых экранов, размещаемых на ближайших к рассматриваемому зданию объектах, рефлекторных систем, световых колодцев и световодов.

Рефлекторную систему, работающую подобно световому экрану, устанавливают с наружной стороны окна так, чтобы свет отражался от поверхности рефлектора, попадал на потолок и равномерно рассеивался по помещению.

Процесс подачи дневного света в помещение происходит следующим образом: установленная на фасаде здания рефлекторная система в условиях облачной погоды перенаправляет отраженный рассеянный дневной свет с улицы через переориентирующий элемент в помещение, внутри которого поступающий свет отражается от потолка и равномерно распределяется по всей площади.

Световые колодцы являются разновидностью световодов. Световой колодец подобен перископу, он имеет рефлекторную внутреннюю поверхность (оптоволоконную, например) и передает естественный свет в помещение чаще всего через покрытие или перекрытия.

Использование световодов в многоквартирных и общественных зданиях возможно благодаря их современным тубусам, проводящим свет на большие расстояния [3].

В качестве решения проблемы недостатка естественного света в квартире здания серии М 111-90 были рассмотрены следующие сценарии по улучшению световой среды: внедрение двух световодов и установка одной рефлекторной системы. Внедрение световодов осуществляется через восточную несущую стену и балкон, который выходит на юг. Первый из этих световодов имеет два рассеивающих плафона и проходит через большую часть длины коридора, прилегая к потолку. Второй световод имеет один вывод света в помещение, который располагается в центральной части потолка комнаты, прилегающей к балкону. Рефлекторная установка закреплена на окне гостиной комнаты таким образом, что основной поток света, отражаясь от системы, попадает на потолок и равномерно рассеивается по помещению (рис. 1).

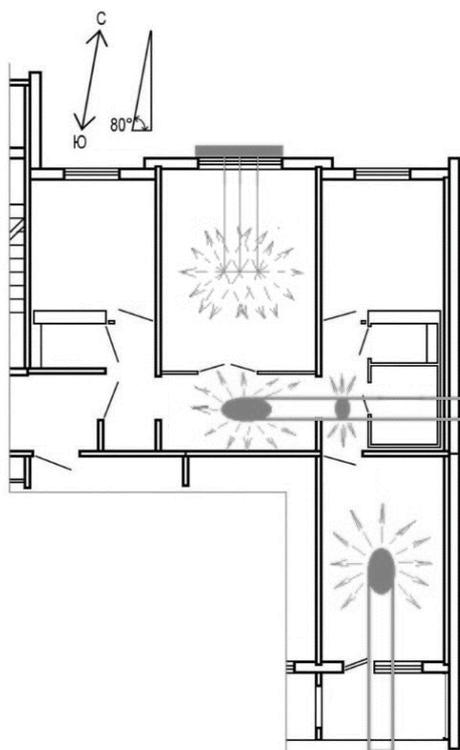


Рисунок 1. – Улучшение световой среды квартиры

Использование световодов возможно в помещениях различного назначения, имеющих низкий показатель естественной освещенности. Так, для улучшения световой среды на примере части небольшого офиса (рис. 2) схематично показано возможное внедрение системы световодов.

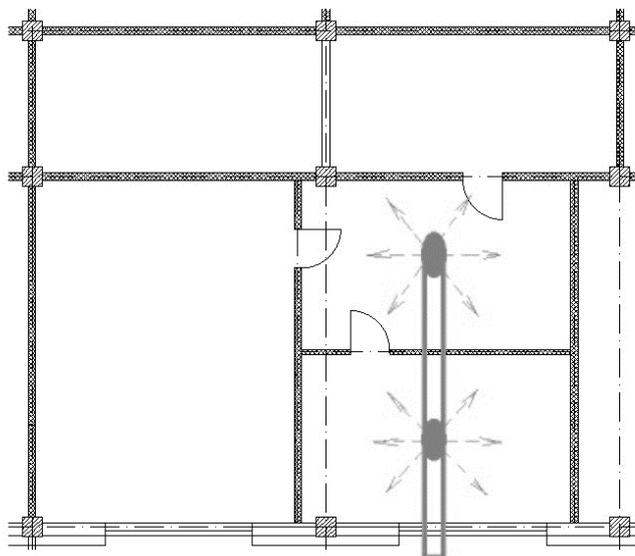


Рисунок 2. – Улучшение световой среды офиса

Заключение. В результате оптимального подбора сценариев освещения в интерьере возникает световой комфорт. При этом одной из основных его образующих является естественное освещение, уровень и качество которого в жилых зданиях и зданиях специального назначения зачастую не являются оптимальными. Благодаря инновационным технологиям можно подобрать подходящее решение проблемы недостатка естественного освещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЭкоСфера [Электронный ресурс] Освещение – Режим доступа: <http://ekosf.ru/poleznoe-alias/articles/34-izmerenie-keo-ekolajt> – Дата доступа: 05.02.2020.
2. ЭкоСфера [Электронный ресурс] / Использование солнечного света – Режим доступа: <https://zdamsam.ru/a6453.html> – Дата доступа: 14.02.2020.
3. Nature time [Электронный ресурс] / Зеленые технологии – Режим доступа: <https://nature-time.ru/category/zelenyie-tehnologi/> – Дата доступа: 07.02.2020.

УДК 69.07

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

И. В. БОРОДЕЙКО

(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)

В статье описывается история развития модульного строительства до наших дней. Приводятся основные отличительные черты, свойственные каждому из этапов развития, описываются возникающие проблемы, и пути их решения с течением времени. Отмечены основные достоинства донного типа строительства.

Модульное строительство появилось относительно недавно, однако предпосылки для появления модульных зданий стали зарождаться уже давно. Страной происхождения быстровозводимых зданий считается США. В 1906 г. появилась возможность транспортировки габаритных грузов на большие расстояния, поэтому конструкции начали изготавливаться многими компаниями. Развитие металлообрабатывающей промышленности позволило отойти от деревянных несущих элементов заменив их металлическими [1].

Первоначальные модули создавались довольно грубыми, непригодными для постоянного проживания, лишённые многих благ цивилизации. Их использовали для торговых объектов, складских помещений, мобильных постов полицейских или военных, в качестве наблюдательных пунктов охраны в цехах и на складах. Жилые дома и офисы начали возводиться гораздо позже.

Прототипами малоэтажных модульных жилых домов можно считать дома, построенные в Англии и Шотландии в XII веке (рис. 1). Это были небольшие деревянные домики, которые изготавливались из отдельных элементов и собирались своими силами на участке. Если территория становилась непригодной для проживания дома просто разбирались и перемещались в благоприятный район.



Рисунок 1. – Жилой дом в Англии в XII веке

Популярность они приобрели в конце 40-х – начале 50-х годов прошлого столетия после Второй мировой войны. С целью обустройства быта людей, потерявших свои дома в ходе войны, возводились целые жилые массивы, торговые павильоны, кемпинги, автозаправки и другие временные сооружения. Модульные здания позволяли сократить расходы и повысить производительность труда.

Пик популярности в США произошел в 60–70-х гг. прошлого века. В то время по данной технологии в американских пригородах строилось до четверти жилых зданий. Здесь началась внедряться концепция «растущего дома»: молодая семья приобретала один-два модуля с небольшой кухней-столовой, спальней, санузлом и бойлерной, а со временем могла докупить детские, гостиные, гостевые комнаты и т. д. Новые части пристыковывались к дому с помощью тамбуров и галерей. С распространением ипотечного кредитования от этой идеи стали отказываться, так как поэтапное строительство связано с увеличением затрат.

В Европе объёмно-модульное домостроение стало бурно развиваться в 1990-х гг. в качестве бюджетных домов - блок-хаусы. Модули изготавливались по поточному принципу на заводе, что позволяло увеличить объемы выпуска и снизить себестоимость продукции. Основные узлы делались стандартными, поэтому скорость изготовления также возросла (рис. 2) [2].



Рисунок 2. – Стандартные модули

Однако стандартизирование и поточное изготовление деталей привело к минимуму архитектурных изысков и разнообразия планировочных решений. Компания, занимающаяся этими домами, создала 10 типовых проектов, которые не подлежали изменениям, кроме цвета облицовочного материала.

Дома, как правило, прямоугольные в плане и не превышают 100 м², этажность максимум 2 этажа, в основном делают один. Размеры комнат небольшие - 16 м², высота потолков - 2,6–2,7 м [2].

Хоть дизайн домов и минималистичный, зато современный: как минимум одно панорамное окно, уютная терраса, жилые антресоли, модная отделка, например — под корабельную доску. Однако некоторые из этих проектов не предназначены для круглогодичного проживания, так как в них отсутствует тамбур или прихожая, входная дверь ведёт непосредственно в гостиную.

В России модульные здания появились в 50–60-е годы, когда возникла необходимость развития удаленных территорий, а без использования временных сооружений это было бы невозможно.

Технология производства быстровозводимых строений развивалась по двум направлениям:

- деревянные модульные здания максимальной степени готовности для временного жилья, основу которых составляла металлоконструкция;
- дома в виде блок-контейнеров для обустройства бытовок и других технических помещений.

Быстровозводимые модульные дома стали строить и в опасных районах, так как они отличались высокой сейсмической устойчивостью, а благодаря легкой конструкции не требовали фундамента и могли устанавливаться на любой ровной площадке. Использование утеплителя и печного отопления обеспечивало зданиям хорошую теплоизоляцию и возможность проживания в сильные морозы. Крыши были усилены металлоконструкциями, благодаря им могли выдержать повышенную снеговую нагрузку. Автоматность строений позволяла обустраивать вахтовые поселки на удаленных от инфраструктуры промышленных объектах нефтегазодобывающей и строительной отрасли.

На сегодняшний день сфера применения модульных строений стала куда обширней. Технологии совершенствуются, промышленные предприятия не только освоили первоначальную технологию производства модулей, но и усовершенствовали её. Теперь данное строительство стало одним из лучших представителей доступного жилья для широкого слоя населения. Доступным, комфортным, функциональным и практичным.

С 2015 года и в Беларуси начиналось модульное строительство, однако большого развития данное направление пока не получило.

Таким образом, технология модульного домостроения за последние годы значительно усовершенствовалась. Теперь модульные здания предназначаются не только для кратковременного пребывания людей и рабочих, но и для постоянного нахождения людей, например, жилые дома, что обусловлено улучшением технологии производства модулей. Помимо этого, функциональные особенности модульного домостроения, позволяя более гибко рассматривать частные ситуации проектирования, с возможностью изменения планировки и дальнейшей достройкой дополнительных модулей. Модульные дома в плане уже могут быть не только прямоугольной формы, но и многоугольной, а разнообразное размещение в пространстве позволяет добиваться архитектурной выразительности всего здания. И заключающим, немаловажным фактором, является скорость возведения здания, которая значительно увеличивается, за счёт типовых узлов креплений и относительной простоты монтажа.

Развитие модульного строительства в Беларуси хоть на данный момент и не получило широкого распространения, однако уже начинают появляться частные и государственные фирмы застройщиков, предлагающие данный вид зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. История появления модульных строений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://каталог-статей.рф/stroyka/nedvizhimost/istoria-poavlenia-modulnyh-stroeniy.html>. – Дата доступа: 28.09.2020.
2. Обзор модульных домов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ivd.ru/stroitelstvo-i-remont/steny/obzor-modulnyh-domov-osobennosti-stroitelstva-plyusy-i-minusy-25811>. – Дата доступа: 28.09.2020.
3. Буймистру, Т.А. Колористика: цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А. Буймистру. – М.: Ниола-Пресс, 2010. – 236 с.
4. Миронова, Л. Н. Учение о цвете / Л.Н. Миронова. – Минск : Выш. шк., 1993. – 463 с.

УДК 69.07

**ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ****И. В. БОРОДЕЙКО****(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)**

В статье рассмотрен отечественный опыт возведения зданий, путём модульного строительства. Описываются основные отличительные особенности модульного строительства в Республике Беларусь и за границей. Отмечены ключевые достоинства и недостатки.

В последние годы, во всём мире быстрыми темпами стала развиваться технология строительства модульных домов. При модульном строительстве, основные элементы – коробки, создаются на заводах и доставляются на стройплощадку уже в готовом виде, где требуется лишь установить их в проектное положение и зафиксировать.

Данная технология имеет массу преимуществ, таких как быстрые темпы строительства, экономичность, простота конструкций и т.д. Однако, несмотря на всё вышесказанное, модульное строительство неравномерно развивается во всех странах.

Целью данной публикации является анализ Белорусского современного опыта в строительстве модульных зданий, оценка рынка и разнообразность существующих предложений.

Одним из самых простых модульных строений является строительство из грузовых контейнеров. Блок контейнер – один из самых распространённых материалов при модульном строительстве. Причина этого достаточно простая, контейнеры абсолютно универсальны. Их сфера применения достаточно широкая, и включает в себя офисы, гаражи, дачные дома, склад, шиномонтаж, пост охраны и т.д.

Блок контейнеры имеют ряд преимуществ перед другими модульными конструкциями. Первым является высокая мобильность, за счёт относительной лёгкости конструкции. Это важный показатель для бизнеса с возможностью изменения места пребывания, например в зависимости от сезона. Второе преимущество – это простота и скорость изготовления. Следующим достоинством является низкая цена изделия, если рассматривать контейнер как помещение для бизнеса, то его стоимость имеет большое значение.

Конструкции блок контейнера достаточно просты. Основную несущую функцию выполняет металлический швеллер, который создаёт каркас самого блока, и дополнительные элементы для крепления оборудования. В случае, если помещение не предусмотрено для проживания людей, то каркас обшивается металлопрофилем. Если в помещении будут проживать люди, то для соблюдения тепло-влажностного режима, каркас обшивается сэндвич панелями. Срок службы блок контейнеров достигает 15-18 лет.

Существуют компании, предлагающие в своём ассортименте объекты, для общественного питания, выполненные из готовых модулей. Разновидность представляемой продукции очень велика, от небольших по площади кафе, до полноценных двухэтажных ресторанов, площадью более 100м². Модульные блоки в банном случае так же выполняются в виде каркасов из деревянный либо металлических конструкций. Преимуществом таких объектов является их низкая стоимость при достаточно большой полезной площади. Фасады таких заведений выполняются из абсолютно различных отделочных материалов, и часто выполнены из стекла. К плюсам этих модулей относятся: высокая коррозионная стойкость, быстрота обработки и монтажа работ, разностороннее целевое использование, хорошая звукоизоляция, долгий срок службы, красивый внешний вид.

В сегменте жилой застройки, так же большая часть представлена каркасными зданиями, однако имеются различия от общественных сооружений. Модули идут в обязательном порядке с утеплителем и по желанию заказчика могут дополнительно быть оснащены различным оборудованием для комфортного проживания человека. Помимо этого, есть возможности строительства сразу с внутренней и внешней отделкой, а есть более бюджетные варианты, исключаящие из заказа ненужные пункты (рис. 1). Площадь таких зданий начинается от 26 м² и максимальная достигает 110 м². Однако, при желании к имеющемуся дому, можно достроить неограниченное количество новых модулей.

Следующими интересными проектами модульных домов в Беларуси являются разработки компании «Экосфера». Сам проект носит название «Freedom». Производителем указывается, что любой дом в рамках этого проекта, может быть как полностью автономным жилым помещением, так и постепенно эволюционировать из маленького жилища в большой многоэтажный коттедж. Однако, при любом из двух вариантов, в первую очередь требуется выбрать основу, а уже в дальнейшем, при желании, достраивать модули.

Компания имеет обширный список возможных конфигураций (рис 2.). Проекты различаются площади, этажности, расположению блоков относительно друг другу и наличием переходных коридоров. Стоит отметить, что существует три варианта заказа каждого из модулей, отличающихся по внутреннему наполнению.



Рисунок 1. – Проект «Дубльдом 87» компании Dubldom

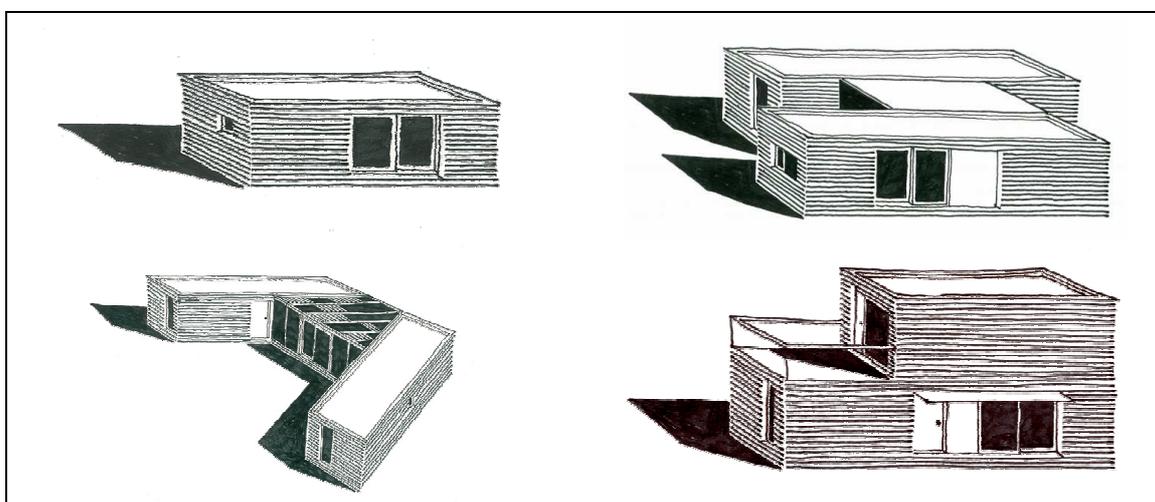


Рисунок 2. – Проекты модульных домов компании «Экосфера»

Проекты домов от компании «Ярни» более простой формы, являющиеся прямоугольными в плане. Однако при этом модульные дома данной компании относительно невысокой стоимости, и с минимальной площадью 16 м², что даёт больше свободы для различных перепланировок при достраивании к уже существующим зданиям. Все дома одноэтажные. В остальном, проекты мало чем отличаются от уже рассмотренных аналогов.

Проведённый анализ показал, что модульное строительство в Беларуси достаточно развито, однако основными объектами являются малый бизнес и частные малоэтажные дома. Абсолютно отсутствуют масштабные проекты, выполненные из готовых модулей. Малоэтажное строительство жилых домов достаточно развито и имеет большой рынок, следовательно, следующим шагом в развитии может быть именно строительство многоэтажных общественных или жилых зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Здания из металлических контейнеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vipmetalstroj.by>. – Дата доступа: 28.09.2020.
2. Быстровозводимые здания и сооружения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rdv.by>. – Дата доступа: 28.09.2020.
3. Типовые дубльдома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dubldom.by/modulnye-doma>. – Дата доступа: 28.09.2020.
4. Модульные дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekzo.by/stroitelstvo-domov/modulnye-doma/>. – Дата доступа: 28.09.2020.
5. Современные модульные дома Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jarni.by>. – Дата доступа: 28.09.2020.

УДК 69.07

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ЗА ГРАНИЦЕЙ

И. В. БОРОДЕЙКО**(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)**

В статье рассмотрена часть зарубежных зданий, созданных при помощи модульного строительства. Описываются основные отличительные особенности этих зданий. Отмечены ключевые достоинства и недостатки проектов. Приводится описание эстетического вида зданий и его функциональные особенности.

Исследование истории появления и совершенствования модульных зданий показало, что зарождение происходит в 1906г. В дальнейшем, технология создания модулей и возведение из них зданий неоднократно совершенствовалась в зависимости от климатических условий, пожеланий заказчика и ландшафта. Наиболее сильное распространения, данная технология получила отражение в зарубежных странах.

Исходя из этого, был выполнен обзор существующих модульных зданий, разных по своей конфигурации, для большего понимания принципа создания таких объектов. На рассмотренных примерах можно выделить основные отличительные черты для модульных зданий.

Дом площадью 155 м² состоит из четырех вытянутых объемов – модулей, расположенных параллельно. Модули представляют из себя блоки разной высоты из СИП-панелей, которые образуют общий объем. Перепады, образовавшиеся из-за разных высот, задают эффектный ритм (рис. 1).

**Рисунок 1. – Модульный дом в Чили**

Чередование модулей разной высоты добавляет объем и воздух во все комнаты, таким образом авторам проекта удалось увеличить пространство дома, не увеличивая метраж. Для отвода воды с плоской крыши используются водосточные трубы, расположенные внутри конструкции здания.

При возведении дома из СИП-панелей межэтажные перекрытия и внутренние перегородки можно строить из такого же материала, что из стены, но дешевле и проще будет выполнить их традиционным способом.

**Рисунок 2. – Датский коттедж**

Дом (см. рис. 2) возведен компанией Eentileen и сотрудниками Facit Homes. Он стоит в лесу в одноименном городке, расположенном в 50 км от Копенгагена и является первым цифровым жильем, где были применены технологии быстрого прототипирования. Коттедж собрали всего за четыре недели из готовых модулей без применения гвоздей. Всего четыре модуля, каждый из которых увенчан односкатной крышей. Внутри — студийное пространство, объединяющее гостиную, столовую и кухню, две изолированные спальни и ванная комната. В качестве стенового материала использовали скандинавскую фанеру. Утепляли дом органической изоляцией. Комплект для сборки был рассчитан на двоих рабочих, — грузоподъемная техника и вовсе не потребовалась.

Здание жилого комплекса «руикуокка» состоит из трёх зданий разной этажности, и содержит в себе 150 квартир с общей площадью помещений 18650 м². Здание спроектировано по заказу застройщика Lakea, архитектурным бюро OORCAA (рис. 3). Основным конструктивным материалом выступали готовые строительные модули. Как правило, применяемые модули были без фасадной стены, что даёт возможность, при желании сделать панорамное освещение.

Модули изготавливали на фабрике Woods Hartola. И использованные готовые модули позволяют сократить общий срок монтажа. Стоит отметить, что основным материалом, применяемые в это здании является древесина и CLT-панели. Основание под сооружение выполнено из бетонного основания и бетонного цокольного этажа.

Каждая квартира в Руикуокка состоит из двух блоков: спальня, балкон, гостиная и ванная комната/кухня/фойе. Для Финляндии это первая такая значимая постройка из деревянных модулей.



Рисунок 3. – Здание жилого комплекса «руикуокка»

Рассмотрена часть существующих строений, выполненных с использованием модульных блоков. Отмечено, что строительство с готовыми, созданными заранее модулями, уменьшает продолжительность строительства. Помимо этого, функциональное назначение здания может быть абсолютно разным, при использовании одних и тех же элементов. Это доказывает “гибкость” конструкций, позволяющих менять конфигурацию объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дом, строящийся на мелкозаглублённом фундаменте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zaggo.ru/article/objects/dom/konstruktor_dlya_vzroslyh.html. – Дата доступа: 28.09.2020.
2. Дом из объёмных блоков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zaggo.ru/article/objects/dom/dom_iz_gotovyh_blokov_sobrannyj_bez.html. – Дата доступа: 28.09.2020.
3. Деревянный жилой корпус в Финляндии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.magazindomov.ru/2015/05/08/derevyannyj-zhiloj-kompleks-v-finlyandii/>. – Дата доступа: 28.09.2020.

УДК 69.07

РАЦИОНАЛЬНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**И. В. БОРОДЕЙКО****(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)**

В работе рассмотрены характеристики, которым должны соответствовать методы строительства в современном мире. Описаны основные отличительные особенности модульного строительства. Выявлен ряд причин, сдерживающих массовый переход строительства на модульные дома. Однако, выявленные недостатки строительства могут быть устранены, при должном качестве проектирования и производства работ.

Строительная отрасль развивается быстрыми темпами, и появляются новые методы возведения зданий, отвечающие современным требованиям и решающие проблемы, присущие прочим методам строительства. Однако, зачастую бывает так, что современным бывает давно разработанный методом строительства, с устранёнными недостатками.

Среди многих тенденций развития строительной отрасли в современном мире можно выделить наиболее значимые:

- экономичность;
- экологичность;
- энергоэффективность;
- быстровозводимость;
- динамичность.

Отдельными пунктами можно обозначить устремлённость в архитектурно-строительной области к поиску благоприятных решений для сооружения жилья в условиях чрезвычайных ситуаций и экстремального климата (рис . 1).



Рисунок 1. – Пример современных модульных зданий

К одному из таких методов, отвечающему требуемым критериям, можно отнести модульное строительство. Сам данный способ возведения зданий известен миру очень давно, однако ранее, его распространению мешали присущие недостатки. Теперь же, модульное строительство считается одним из перспективных направлений. Разберём какие преимущества имеет модульное строительство.

Если сравнить показатели здания, возведенного классическим методом, т.е. с использованием ручного труда и здания, возведенного заводским модульным методом, где используется в основном меха-

низированный процесс, а ручной труд используется только при сборке, то не сложно заметить достоинства данного метода [1-3]:

- сроки строительства значительно меньше – 9 недель подготовительный период – модули изготавливаются на производстве и 2 недели на сбор модулей.
- стоимость строительства - отделочные материалы и инженерные сети обходятся намного дешевле, чем в индивидуальном строительстве, так как строительные материалы закупаются по оптовым поставкам.
- фабричное качество - процесс создания модулей автоматизирован, отлажен и ускорен, а также это позволяет снизить стоимость.
- время активных работ на участке заказчика сведено к минимуму.
- здание на 90% создаётся за пределами строительной площадки, а установка одного блока занимает около 40 минут и требует лишь транспортной доставки, крана и свайного фундамента.
- негативное влияние также минимизировано.
- отсутствует строительный мусор и шумовое загрязнение.
- почва практически не нуждается в подготовке, поскольку здания не имеет большого веса.
- модульная система позволяет возводить сооружения в труднодоступных местах и территориях, например, в горной местности, густых лесах.
- более устойчив к неблагоприятным погодным условиям и сейсмическим толчкам: не поглощают влагу, не деформируются, поэтому дома можно возводить даже в районах вечной мерзлоты. Диапазон температурного режима для использования данной технологии от -60 до $+60$ °С. Рабочая температура внутри помещений $+20$ °С.
- разнообразие в применении. Модульную систему можно применять не только для жилья, но и в общественных зданиях.
- компактность конструкции, соответствие стандартам эргономики.
- дома гибкие, мобильные, легко трансформируемые и модернизируемые.
- при моральном или физическом износе какой-либо части модульного комплекса его легко заменить.
- пожаробезопасность - модульные здания изготовлены из материалов, обеспечивающих

II степень огнестойкости.

Помимо бетонных модулей, существуют и прочие распространённые материалы, такие как металл или дерево. По оценкам экспертов, при наличии соответствующих лесных запасов предпочтение отдается деревянной технологии. Данная технология является экологически чистой и экономически выгодной, как со стороны заказчика, так и со стороны застройщика. Однако, ее лучше применять в малоэтажном строительстве, так как у данного метода есть некоторые проблемы, препятствующие наращиванию объемов энергоэффективного модульного домостроения.

Некоторые из них:

- отсутствие комплексного государственного подхода к данной проблеме;
- отсутствие типовых проектов и документации, а также технических регламентов в области строительства зданий с применением инновационных технологий и строительных материалов;
- недостатки системы лесопользования, которые не позволяют эффективно использовать местное сырье в строительстве;
- психологический фактор – в отечественной практике щитовые каркасные дома возводились как временные, отчего сложилось общее отрицательное восприятие таких домов в качестве постоянного жилища [4].

Поиск решений уже ведётся другими исследователями, и решения уже предлагаются. Первый шаг для решения проблем: предлагается внедрить и использовать передовые технологии на занятиях по проектированию на архитектурных специальностях. Это позволит разработать индивидуальные решения домов, которые в последующем будут использовать как типовые, а также провести анализ и выявить проблемы и особенности проектирования таких домов.

Однако, помимо значительного перечня достоинств модульного строительства, этот способ имеет с свои недостатки. Основными из них являются:

- ограниченность размеров блоков;
- стандартная архитектура;
- малая этажность.

В ходе исследования было выявлено несколько способов решения данных недостатков:

- применение более износостойких и современных материалов.
- переосмысление и усовершенствование эстетической формы, соответствующей эргономическим стандартам.

Проведённый анализ показал, что модульное строительство действительно обладает большим количеством преимуществ. К ним относятся и такие важные как: скорость строительства, качество и экономичность. При этом, имеются недостатки, такие как ограниченные размеры блоков, малая этажность и недостаточная архитектурная выразительность. Однако, при современном уровне развития строительных материалов, описанные недостатки с лёгкостью устраняются путём верного проектирования.

Таким образом, подводя итог, можно сделать вывод, что современное модульное строительство имеет большие перспективы, так как данная технология имеет большое количество достоинств

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы. Отчёт инновационного бюро «Экперт» [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.innoexpert.ru/consulting/building.html>. – Дата доступа: 28.09.2020.
2. Boklok, Sweet Boklok. A joint innovation of Skanska and Ikea, [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.boklok.com/Sverige/>
3. Чистяков А.В. Архитектурно-экологическое формирование быстровозводимых модульных жилых зданий: автореф. вкр. ЮУрГУ. – Ч., 2016.
4. Абдулаева Э. Выявление проблем модульных домов / Э. Абдулаева // Технологические измерения в науке и технике – 25.05.2018 – С. 4-5.

УДК 620.91/98

**ДИЗАЙН-КОНЦЕПЦИЯ ДИРИЖАБЛЯ
КАК МОБИЛЬНОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ГОСТИНИЦЫ****Н. В. БРЫТИКОВ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д. Д. ЖУКОВ)*

Представлены результаты начального этапа научно-ориентированной разработки дизайн-концепции дирижабля как мобильной туристической гостиницы. Подобного рода дирижабль призван быть целостным дизайн-продуктом: комфортабельным, красивым, надежным и энергоэффективным.

Одной из важнейших задач обеспечения устойчивого развития человеческой цивилизации является разработка и внедрение мер, которые позволяют эффективно использовать энергию. Причем в современном контексте энергосбережение на путях достижения все большей энергоэффективности означает одновременное повышение качества жизни в различных ее аспектах. В том числе и в самых, казалось бы, неожиданных и экзотических – например, в использовании дирижаблей как основных элементов продвинутой туристических систем. Именно этим воздушным судам, переживающим вторую молодость, и посвящено представленное в статье исследование или, точнее, его начальный этап [1].

В качестве объекта исследования выбран дирижабль как мобильное жилое здание гостиничного типа со специфическими интерьерами и инженерным оборудованием.

Далее объект исследования может именоваться следующим образом:

- 1) «дирижабль – туристическая гостиница» (версия 1);
- 2) «дирижабль-гостиница» (версия 2);
- 3) ТНА-дирижабль (версия 3; англ. – tourist hotel airship, ТНА)

Предмет исследования – дизайнерская гармонизация ТНА-дирижабля.

Цель исследования – разработка целостной дизайн-концепции ТНА-дирижабля, являющегося комфортным, энергоэффективным и экологически чистым, не наносящим ущерба окружающей среде, объектом.

Задачи исследования:

- Анализ существующего опыта в дирижаблестроении и использовании дирижаблей в туристическом деле, в том числе как мобильных гостиниц;
- Анализ существующего опыта в ветро- и гелиоэнергетике, адаптированных для крупных наземных, водных и воздушных транспортных средств, включая дирижабли;
- Анализ экстерьерных и интерьерных решений крупных наземных, водных и воздушных транспортных средств, включая дирижабли;
- Анализ типологического ряда и объемно-планировочных решений гостиниц, пригодных для реализации в адаптированном виде в ТНА-дирижаблях;
- Разработка вариантов начальной дизайн-концепции ТНА-дирижабля, отражающих в основном его объемно-пространственные решения;
- Разработка вариантов технической схемы ТНА-дирижабля;
- Разработка вариантов функциональной схемы гостиничной части, или Н-части, ТНА-дирижабля;
- Разработка вариантов интерьеров Н-части ТНА-дирижабля;
- Подбор и дизайнерская адаптация инженерного оборудования, в том числе ветро- и гелио-энергетических систем;
- Определение ориентировочных технических, энергетических, экологических и экономических характеристик вариантов ТНА-дирижабля и соответствующих ему инфраструктурных и логистических компонентов общего дизайнерского комплекса.

К настоящему времени накоплен богатый опыт создания энергоэффективных и энергоактивных зданий. Применительно к ТНА-дирижаблю особого внимания заслуживают такие стационарные наземные объекты, как пассивные дома [2] и ветроздания [3, 4].

Особенностью пассивного дома как специфического типа энергоэффективных зданий является отсутствие необходимости в привычной, достаточно мощной, системе отопления ввиду исключительно малого энергопотребления за счет использования пассивных методов энергосбережения. В идеале пассивный дом может быть энергонезависимым, вообще не требующим расходов на поддержание комфортной температуры в помещениях. Значительную долю тепловой энергии пассивный дом получает в виде тепла, выделяемого бытовыми приборами и живущими в нем людьми и животными. Повышают обеспеченность энергией и энергоэффективность пассивных домов источники возобновляемой энергии –

тепловые насосы, гелиоводонагреватели (солнечные коллекторы), солнечные фотоэлектрические модули и ветроэнергетические установки.

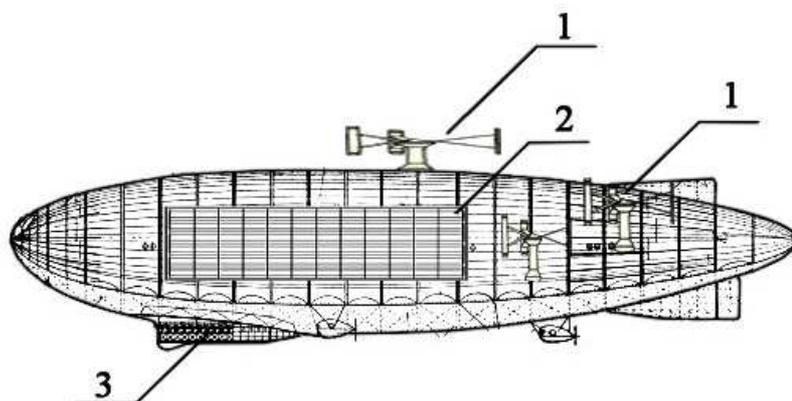
Сравнительно недавно стали разрабатываться надземные (воздушные) пассивные дома, которые призваны быть полностью автономными архитектурно-техническими объектами. Пример подобного рода разработок можно найти в России [5]. За основу российского проекта взят дирижабль, в который планируется установить доступные на данный момент технологии энергосбережения и систему «умный дом».

В настоящем исследовании рассматривается как ТНА-дирижабль сам по себе, так и вся система «ТНА-дирижабль и соответствующая инфраструктура». Одно из эскизных образных изображений ТНА-дирижабля представлено на рис. 1.



Рисунок 1. – Общий вид ТНА-дирижабля (образное решение)

Данный дирижабль видится массивной с виду конструкцией плавных криволинейных очертаний. На рис. 2 показана одна из схем общего архитектурно-технического решения.



1 – вертикально-осевая ветроэнергетическая установка; 2 – солнечные фотоэлектрические модули и солнечные коллекторы; 3 – гондольная часть

Рисунок 2. – Схема общего архитектурно-технического решения ТНА-дирижабля

Энерговооруженность находящегося выше туч и облаков дирижабля-гостиницы гораздо выше по сравнению с аналогичным по полезному объему и площади гостиничной части наземным объектом. На высоте и число часов солнечного сияния, и энергия ветра намного больше, чем у земли и на земле.

В качестве конструктивного прототипа дирижабля – туристической гостиницы выбран дирижабль жесткого типа «Гинденбург» в связи с его большей несущей способностью и надежностью по сравнению с дирижаблями нежесткой конструкции [1].

Для обеспечения экипажа и жильцов ТНА-дирижабля питьевой водой и продуктами питания, а также иных целей предлагается создать специальные посадочные базы. Они представляют собой специальные вышки или башни. Для поддержания полной (длительной) автономности ТНА-дирижабля

в воздухе его внешнее обслуживание может производиться непосредственно в полетном режиме с помощью специальных дозаправочных дирижаблей.

Обеспечение ТНА-дирижабля горячей водой предполагается с помощью тепловых насосов и солнечных коллекторов, расположенных на его корпусе. Электроэнергию будут генерировать либо одна крупная ветроэнергетическая установка, либо две или три сравнительно небольших. При этом предполагается использовать их вертикально-осевые версии с геликоидными лопастями и пространственными концентраторами ветрового потока [3].

Что касается канализации, лучше всего для ТНА-дирижабля подходит система канализации замкнутого типа, работающая по принципу рециркуляции жидкости. Эта жидкость первоначально берется из специального резервуара, который заполняется перед вылетом. В полете канализационная жидкость фильтруется, а отфильтрованная жидкость используется для повторного использования – например, для смыва унитазов. При этом в резервуар добавляются вещества для обеззараживания и дезодорирования жидкости. После дозаправки ТНА-дирижабля все нечистоты, как отфильтрованные, так и жидкие, с отсасываются в специальный бак дирижабля-дозаправщика и вывозятся. При необходимости тот же дозаправщик запрашивает резервуар ТНА-дирижабля свежими химикатами через заправочный штуцер на панели обслуживания туалетов.

В гондольной части (Н-части) ТНА-дирижабля предусматривается смотровая площадка. ТНА-дирижабль обязательно должен быть оснащен системой «умный дом». Мебель и интерьерное оборудование будет представлено в виде модульных конструкций. Некоторые из них, для экономии места и создания большего пространства, предполагается прятать в стенах и вызывать либо по сигналу пользователя, либо автоматически благодаря возможностям системы «умный дом». Элементы интерьера должны быть максимально вариативными.

Разрабатываемая дизайн-концепция дирижабля как мобильной туристической гостиницы способна подсказать, как возможно значительно усовершенствовать туристическое обслуживание в Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дирижабль // Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B6%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D1%8C>. – Дата доступа: 18.01.2019.
2. Жуков, Д.Д. Пассивные дома: развитие продолжается (Окончание) / Д.Д. Жуков // Главный инженер в строительстве. – 2018. – № 5 (65). – С. 34–41.
3. Жуков, Д. Ветрогенератор и дом как единое целое / Д. Жуков, А. Кучерявый, О. Николаева, Ю. Трофименко // Строительство и недвижимость [Электронный ресурс]. – 2011. – № 09. – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2011/09/10911.html>. – Дата доступа: 19.01.2019.
4. Жуков, Д.Д. Ветроустановки и здания / Д.Д. Жуков // Архитектура и строительство. – 2017. – № 5. – С. 64–67.
5. Демина, А. Жизнь в облаках / А. Демина // proural.info – Независимая уральская газета [Электронный ресурс]. – 15.04.2018. – Режим доступа: <https://www.proureal.info/details/zhizn-v-oblakakh-ufimets-stroit-dirizhabli-i-letayushchie-doma/>. – Дата доступа: 15.01.2019.

УДК 721.012

**ВИЗУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО ДИЗАЙНА
В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ****А. В. КОРОТКАЯ****(Представлено: В. И. МАТВЕЙЧУК)**

Данная статья посвящена организации инклюзивной среды в учреждениях высшего образования. Особое внимание уделено визуальным основам универсального дизайна. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях в данной области.

Создание безбарьерного пространства в сфере высшего образования является одной из главных идей закона об обеспечении равных прав для инвалидов [1]. Наличие безбарьерной среды является ключевым элементом при создании общества, основанного на принципах равенства и интеграции, например в процессе адаптации людей с ограниченными возможностями в высшие учебные учреждения. Получение образования играет важную роль для интеграции инвалидов в общество, так как образование – это ценность, которая определяет статус в обществе и возможности самореализации. На данный момент, граждане с ограниченными возможностями не могут полноценно получить высшее образование, что является нарушением базового права человека на получение образование в соответствии со статьей 3 Кодекса Республики Беларусь об Образовании.

Доступная и понятная визуальная информация об объекте полезна при ориентировании не только для лиц с нарушениями зрения и когнитивными ограничениями, но и для всех пользователей. Поскольку, как правило, 80-90% нашего восприятия окружающего пространства осуществляется посредством зрения, при проектировании учебных заведений важно иметь базовые представления о принципах функционирования зрительной системы человека:

- оптимальный контраст с учетом яркости / освещенности;
- цвет и отражающая способность используемых материалов;
- естественное и искусственное освещение при сокращении бликов / резких теней;
- достаточная освещенность / правильно подобранный цвет освещения [2].

Для визуальной информации решающим фактором является правильное сочетание таких показателей как контраст и яркость. Некоторые материалы и цвета значительно различаются цветовыми оттенками, но совсем не отличаются градиентом яркости. Поэтому необходимо всегда учитывать разницу в яркости цветов, которая позволяет компенсировать нарушения цветовосприятия. Поскольку при высоком яркостном контрасте требуется адаптация, что является нагрузкой для головного мозга и требует концентрации внимания, необходимо упорядочение контраста по приоритетам (рисунок 1). В дополнение к яркостному контрасту, цветовой контраст представляет собой дополнительную информацию для ориентации в окружающей среде. Применение цветовых акцентов при смене направления движения или в легко запоминающихся местах в системе направляющих и ориентиров позволяет эффективно дополнить систему информационных указателей.



Рисунок 1. – Яркостный контраст (цвет и оттенки серого)

Цветовое оформление должно учитывать потребности представителей различных культур с различными особенностями отношения людей к цвету, а также общепринятые системы кодировки цветов на информационных знаках и табличках (красный – опасность, зеленый – безопасность) и т.д.

Формируя среду для обучения лиц с ограниченными возможностями, важно понимать, что большинство студентов – приезжие, поэтому необходимо формировать инклюзивную среду не только в учебных корпусах, но и в общежитиях.

Для участия в конкурсе IT-HUB «ДРУЖБА», организованном компанией FuryLion group среди студентов кафедры «Архитектура» Полоцкого Государственного университета, был разработан проект общего пространства (холл) в студенческом общежитии. На его примере разберем основные принципы адаптации таких пространств для людей с ограниченными возможностями. Для визуального ориентирования очень важна хорошая контрастность, а также наличие контрастных визуальных ориентиров (рисунок 2).



Рисунок 2. – Интерьер холла (авторская разработка)

На рисунке можно видеть, что визуальными акцентами-ориентирами являются тактильные полосы на полу, которые указывают основные направления (пути); черные кресла, ограничивающие зону отдыха от зоны транзита; а также надписи и цветовое решение стеклянных перегородок, которые служат как мерам безопасности, так и ориентации в пространстве (рисунок 3).



Рисунок 3. – Визуальные акценты интерьера (авторская разработка)

В проекте были использованы системы направляющих, которые обеспечивают ориентирование по пространству в целом, а именно помогает принять решение пользователю о выборе того или иного направления на разветвлении движения. Также была включена система второстепенных указателей (представляют собой систему пиктограмм, текстовых указателей, расположенных около входов в помещения), которая позволяет определить местонахождение помещений в отдельных функциональных зонах объекта [3]. Безбарьерная среда выполнена хорошо тогда, когда она не заметна для обычного человека. Например, вместо яркой желтой плитки, рекомендуется использовать нейтральные цвета и выполнять тактильные полосы не цветом, а за счет разности текстур.

Около входов в помещения были использованы системы пиктограмм и линейно-рельефный шрифт. Использование пиктограмм имеет ряд преимуществ, поскольку они занимают меньше места, не зависят от родного языка пользователя, что важно при обучении иностранных студентов.

Освещение также проектировалось с учетом принципов безбарьерной среды. Построение схемы освещения, ориентированной на восприятие, способствует улучшению информационной структуры

в зданиях и помещениях. Задать направление движения или облегчить ориентирование можно, используя размещение светильников только на одной стороне (пользователь знает, что при движении к выходу светильники должны быть справа).

ЛИТЕРАТУРА

1. О социальной защите инвалидов в Республике Беларусь: закон Республики Беларусь от 11 ноября 1991 г. № 1224-ХП. – URL: https://belzakon.net/Законодательство/Закон_РБ/199/2097. – Текст: электронный
2. Ульрике Рау Безбарьерное строительство для будущего / У. Рау, Э. Феддерсен, И. Людтке, У. Райнольд, Х.Вульф. – Берлин, 2013. – 235 с.
3. Короткая, А.В. Оптимизация пространственной среды учреждений образования для организации обучения слабовидящих и незрячих групп населения / А.В. Короткая // Архитектура и архитектурная среда: Вопросы исторического и современного развития. – Тюменский Индустриальный университет – 2020. – Том II. – С. 232-236.

УДК 721.012

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СЛАБОСЛЫШАЩИХ И ГЛУХИХ****А. В. КОРОТКАЯ****(Представлено: В. И. МАТВЕЙЧУК)**

В данной статье рассмотрены проблемы, возникающие при организации среды обучения лиц с нарушениями слуха или полной его потерей, и пути их решения. Особое внимание уделено средствам для создания безбарьерной среды в средне-специальных и высших учебных заведениях. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях в данной области.

Предоставление возможности получения высшего или средне-специального образования людям с нарушениями слуха имеют несколько собственных принципов и особенностей. В связи с этим учреждения образования для глухих и слабослышащих людей должны выполнять множество функций: учебно-воспитательную, развивающую, социально-адаптационную, коррекционную, лечебно-восстановительную и т.д. Важной особенностью получения образования людьми с нарушениями слуха является его комплексность, а именно получение не только базовых знаний, но и умений и навыков самостоятельного нахождения и перемещения в пространстве, а также коммуникационных качеств. Стоит отметить, что в средне-специальных и высших учебных заведениях нет специализированных групп для людей с нарушениями слуха. Поэтому требуется организация безбарьерной среды на всей территории учебных заведений, а не только в отдельной их части.

Любое пространство должно быть универсальным для всех социальных групп населения. Что касается людей с нарушениями слуха, то пространственная среда должна ориентироваться на потребности двух групп инвалидов по слуху: слабослышащие, как правило, социализированны и ориентируются акустически; глухие, для которых основным является визуальное восприятие. Для двух групп будут применяться различные средства по оптимизации пространственной среды. Также можно отметить группу людей с временной потерей слуха, например, из-за осложнений ушных травм или инфекций. Это важно поскольку любой из сотрудников или учащихся может попасть в эту группу временной недееспособности.

Существуют два способа по предоставлению возможности обучения для людей с нарушениями слуха: материальные и организационные (классификация введена автором). Материальный предполагает трансформацию и адаптацию пространственной среды обучения. Организационный – учебного процесса. Нужно отметить, что данные способы нужно применять только совместно, чтобы добиться эффективно функционирующей системы образования. К организационным средствам относятся:

- модификация учебных планов и программ;
- дифференцированный подход к учащимся;
- уменьшение наполняемости групп учащихся;
- усиление работы по социальной адаптации и самореализации учащихся;
- предоставление необходимых средств обучения.

К материальным можно отнести:

- специальное оформление учебных пространств с помощью различных средств ориентации в пространстве (визуальные элементы, напольные и настенные указатели и т.д.);
- обеспечение средствами обучения (звукоусиливающие установки, индивидуальные слуховые аппараты и т.д.);
- архитектурные средства (простая планировка здания, обеспечение кратчайших и прямолинейных путей передвижения, удобные вертикальные коммуникации или возможность их устройства; освещение, учитывающее особенности учащихся, развитая система ориентации).

Контрастное крупномасштабное оформление пространства и достаточное освещение, визуальные ориентиры – все это позволяет людям с нарушениями слуха вести достаточно активный образ жизни. При легкой и средней степени тугоухости, наряду с предотвращением шума и реверберации, необходимы хорошо функционирующие устройства для усиления звука и оптимальная акустическая передача информации. Глухие и лица с тяжелыми нарушениями слуха комфортно чувствуют себя в помещениях с хорошим обзором, оптимально освещенных.

В настоящее время существует множество принципов по созданию инклюзивной среды, одним из самых эффективных считается принцип «двух органов чувств» [1]. Он заключается в совместном ис-

пользовании органов чувств, которые, дополняя друг друга, помогают человеку максимально точно чувствовать окружающую их среду для активного и полноценного участия в повседневной жизни людей с нарушениями слуха. Визуальная информация, приспособленная с учетом окружения, и тактильная информация заменяют акустическую информацию при тяжелых проблемах со слухом (рисунок 1).

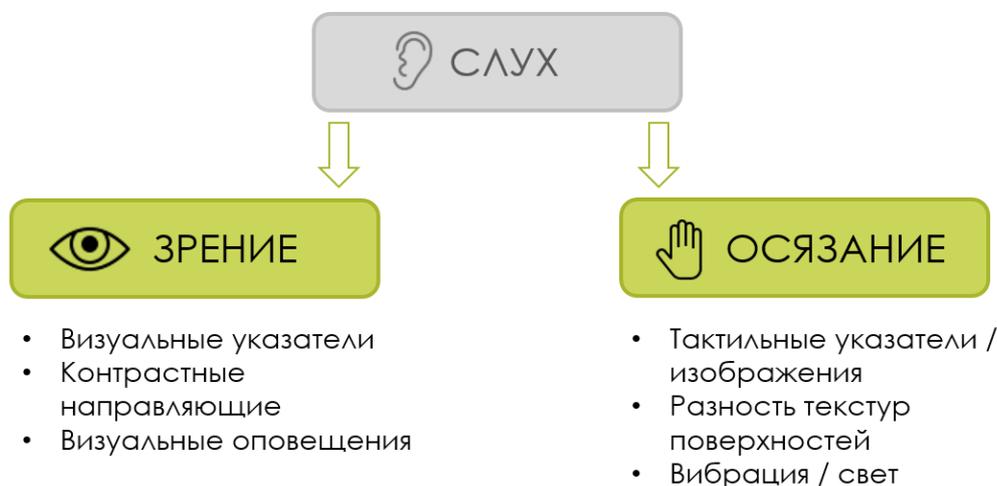


Рисунок 1. – Схема замены слуха (собственная разработка) по принципу «двух органов чувств»

При наличии слуховых ограничений осязание может дополнительно информировать или способствовать активизации памяти, что так же нужно учитывать при строительстве зданий, допускающих пребывание в них слабослышащих и глухих людей. Таким образом, согласно данному принципу, слух заменяется зрением и осязанием.

Для людей с нарушениями слуха основным источником информации является зрение, поэтому очень важно обеспечить повсеместное внедрение системы указателей, оптических сигналов и визуальных оповещений. Степень восприятия и использования визуальных элементов в значительной степени варьируется в зависимости от времени наступления инвалидности. Люди с нарушениями слуха, у которых ограничение слуха наступило в старости, предпочитают отчетливую голосовую информацию, а для глухих людей, лишенных слуха с рождения, основным является язык жестов. В основном эта группа людей может получить информацию из текстов, указателей и пиктограмм.

Использование пиктограмм имеет ряд преимуществ, поскольку они занимают меньше места, не зависят от родного языка пользователя, что очень важно при обучении иностранных студентов. Также необходимо отметить важность хорошего освещения. Оптическая компенсация недостающих звуковых сигналов, распознавание языка жестов, и различение пиктограмм с дальнего расстояния возможны только при достаточном освещении. Создание условий для распознавания языка жестов для глухих и слабослышащих имеет важное значение. Язык жестов преобладает в среде глухой молодежи, а слабослышащие и глухие пожилого возраста пользуются в основном жестами, сопровождающими звучащую речь.

Полученные в проведенном исследовании данные стали основанием для следующих выводов:

– организация образования для людей с нарушениями слуха имеет ряд собственных принципов и особенностей, направленных на комплексное обучение, воспитание и социализацию учащихся;

– одной из главных целей проектирования средних специальных высших учебных заведений с возможностью обучения слабослышащих и глухих является обеспечение визуального информирования как во время учебы, так и во внеурочное время;

– выделены основные принципы создания удобной и безопасной ориентации в пространстве для слабослышащих и глухих учащихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ульрике Рау Безбарьерное строительство для будущего / У. Рау, Э. Феддерсен, И. Людтке, У. Райнольд, Х. Вульф. – Берлин, 2013. – 235 с.

УДК 721.012

**ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ИНКЛЮЗИВНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ
В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ****А. В. КОРОТКАЯ***(Представлено: В. И. МАТВЕЙЧУК)*

Данная статья посвящена основным проблемам организации инклюзивной среды в учреждениях высшего образования. Особое внимание уделено социальным проблемам. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях в данной области.

Адаптация и социализация людей с ограниченными возможностями – один из главных вопросов современной социальной политики. Получение образования играет важную роль для интеграции инвалидов в общество, так как образование – это ценность, которая определяет статус в обществе и возможности самореализации. Инклюзивное образование означает доступность образования (саморазвития) и признает, необходимость различных подходов к образованию для людей с различными особенностями, а также способствует их интеграции и социализации. Поступая в высшее учебное заведение, люди с ограниченными возможностями сталкиваются со многими «барьерами», которые препятствуют получению образования очно, что является нарушением базового права человека на получение образование в соответствии со статьей 3 Кодекса Республики Беларусь об Образовании. Современная система образования недостаточно готова к внедрению инклюзивных принципов, так как в данной сфере имеется множество проблем.

СИСТЕМНЫЕ БАРЬЕРЫ. Функционирование устаревшей системы образования, которая ориентирована на разделение учащихся по принципу проблем со здоровьем. Таким образом люди с ограниченными возможностями вынуждены получать образование в специализированных учреждениях (учреждениях закрытого типа) и не могут получить важнейших навыков общения. В настоящее время новые учреждения высшего образования не строятся, так как уже сформирована база высших учебных заведений страны. В основном ВУЗы расширяются не за счет нового строительства, а реконструкции и адаптации уже существующих зданий под учебные корпуса. Таким образом важно проводить реконструктивные мероприятия уже с учетом принципов инклюзивной среды.

К сожалению, инклюзивные учреждения образования – это единичные случаи, что в корне противоречит современным подходам к обучению людей с ограниченными возможностями, а именно их социализации и “совместного обучения”, что означает обучение лиц, имеющих инвалидность, совместно с лицами без неё. Стоит отметить, что речь идет о полной инклюзивности образования только для лиц не имеющих когнитивных нарушений, так как для них обязательным является наличие специализированного медицинского персонала.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ БАРЬЕРЫ. В настоящее время зданий учебных заведений не приспособлены для обучения людей с ограниченными возможностями, а доступность образования для них напрямую зависит от наличия «безбарьерной среды». Особенно это важно для людей с моторными нарушениями и проблемами со зрением. Основная проблема в том, что вопросы доступности не решаются комплексно, это можно объяснить отсутствием строгих норм проектирования, разработанных с учетом потребностей групп людей с ограниченными возможностями. Отсутствие доступности является причиной ограничения мобильности людей с инвалидностью, а также к их исключению из физического и социального пространств. Для адаптации корпусов учебных заведений зачастую необходим капитальный ремонт с большими финансовыми вложениями.

Еще одной проблемой является отсутствие специализированной материальной базы и обученного персонала. На сегодняшний день в системе высшего образования отсутствует система подготовки и переподготовки преподавателей для работы с людьми с особыми потребностями. Подготовка специальных кадров осуществляется только для специальных учреждений образования. Данную проблему можно решить путем введения системы дополнительного образования и включение данной темы в курсы повышения квалификации для персонала. Также преподаватели, имеющие опыт работы с «особенными» людьми, могут делиться им или разрабатывать программы и курсы для обучения. Помимо этого необходимо ввести систему дополнительных занятий с людьми с ограниченными возможностями для лучшего взаимодействия и адаптации обеих сторон.

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ. Они выражаются в неготовности преподавателей воспринимать всех студентов как равных. Люди с явными физическими нарушениями здоровья вызывают жалость, некоторые преподаватели могут снижать требования к людям с инвалидностью, что противоречит принципам инклюзивного образования [1]. Таким образом это может вести к созданию негативной атмосферы вокруг человека с особенностями. Хорошим решением этой

проблемы может служить помощь преподавателя в дополнительное время, в случае плохой успеваемости или непонимания определенной темы ученика.

Совместное обучение важно для людей с ограниченными возможностями, что способствует их социализации и адаптации, но еще важнее оно для людей не имеющих проблем. К сожалению, отношение к инвалидам в настоящее время нельзя назвать положительным, что обусловлено малой информированностью и отсутствием опыта общения с ними. Мнение об инвалидах зачастую основывается на стереотипах и предрассудках, а также недоинформированности. Из-за отсутствия “безбарьерной среды” мы практически не видим таких людей на улицах, и ошибочно думаем, что эта группа населения немногочисленна. Поэтому для преодоления данных проблем большое значение имеет вызов позитивных ассоциаций, получаемый во время общения с инвалидами, а также включение их во все сферы жизни, особенно важно использовать эти принципы для подрастающего поколения. Воспитание и адаптация должна начинаться с семьи и школы, то есть во время формирования личности и основных принципов.

Университеты зачастую готовы принимать студентов с ограниченными возможностями, но из-за неподготовленности среды возникают большие проблемы. Можно привести пример из реальной жизни белоруски Алеси Алехнович, которая самостоятельно не могла перемещаться по университету и вынуждена была просить помощи родителей (ограничение их мобильности).

«В интервью она так же рассказывает:

– И хотя университет шел навстречу, занятия по возможности проводились на первых этажах, проехать на коляске к кабинетам не всегда было возможно. Почти на все пары папа носил меня на руках. На тот момент я и чувствовала себя хуже, чем сейчас, еще не окрепла после больницы, плохо умела управлять своим инвалидным креслом. После установочной сессии, чтобы не усложнять жизнь близким, забрала документы» [3].

Для преодоления множества проблем, возникших на современном этапе развития системы высшего образования, разработаны рекомендации по преодолению различных барьеров на процесс создания инклюзивной системы образования:

– Организация более детального изучения возникающих проблем и потребностей людей с ограниченными возможностями при получении высшего образования. Исследование каждой группы людей (инвалидов по зрению, имеющих моторные ограничения и т.д.) систематизация информации и создание единых правил по созданию инклюзивной среды в учреждениях образования;

– Постепенная адаптация высших учреждений в системе ВУЗов страны, а также создание системы приоритетов реконструкции в рамках одного учреждения. В зависимости от предполагаемых видов занятий (работы студентов или работников) предлагается разделять адаптируемое пространство университета по приоритетным направлениям [2]. Например, в первую очередь стоит реконструировать систему входов и горизонтальных/вертикальных коммуникаций, чтобы обеспечить беспрепятственный вход в здание, а учебные аудитории организовать на первом этаже. Также важным является анализ существующей системы и выбор ВУЗов для первой очереди адаптации – как минимум областные центры (далее региональные), особенно важно наличие хорошей транспортной мобильности в масштабе страны (области);

– Совершенствование системы подготовки и переподготовки преподавателей для работы с людьми с ограниченными возможностями, включение данной темы в курсы повышения квалификации.

Полученные в проведенном исследовании данные стали основанием для следующих выводов:

– на современном этапе развития существует достаточно много проблем по созданию инклюзивной среды в учреждениях образования;

– для решения возникших проблем требуется создание новых подходов не только к системе образования, но и архитектурного проектирования и строительных норм;

– основными проблемами являются: системные барьеры, пространственные барьеры и социально-психологические барьеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабанова, Е.М. Влияние социальных барьеров на процесс непрерывного инклюзивного образования / Е.М. Бабанова // Московский государственный гуманитарно-экономический университет. – 2016. – № 8-9. – С. 30-33.
2. Короткая, А.В. Оптимизация пространственной среды учреждений образования для организации обучения слабовидящих и незрячих групп населения / А.В. Короткая // Архитектура и архитектурная среда: Вопросы исторического и современного развития. – Тюменский Индустриальный университет – 2020. – Том II. – С. 232-236.
3. Доступно ли сегодня высшее образование для инвалидов? [Электронный ресурс]: Издательский дом – Электрон. дан. – «Беларусь сегодня» – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/poverkh-barerov-invalidi-obrazovanie.html>, свободный – загл. с экрана. – Дата доступа: 25.09.2020.

УДК 747.012.1

**ЦВЕТОВОЙ КЛИМАТ ИНТЕРЬЕРА АУДИТОРИЙ
ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА****К. Р. САМОЖЕНОВА****(Представлено: А. В. ФЁДОРОВА, В. А. ХВАТЫНЕЦ)**

Статья посвящена аспектам влияния физических факторов на восприятие цвета. В статье рассмотрены вопросы процесса восприятия цветового климата на примере аудиторий учреждения образования Витебского государственного технологического университета.

Сегодня цветовой климат выступает как средство, организующее все функциональные процессы в интерьере любого помещения. Цвет в интерьере определяет образную характеристику помещения, создает акценты, корректирует восприятие формы в соответствии с замыслом дизайнера. Использование возможностей цвета создавать символично-знаковую систему психологического воздействия цветовых контрастов, при помощи которых четко разделяются предмет и фон, позволяет человеку хорошо ориентироваться в пространстве, одновременно находить нужный предмет или деталь и определять их качество и функциональное назначение.

Кроме психологических факторов на восприятие цвета влияют физические факторы. Физическими факторами, влияющими на восприятие цвета несамосветящихся тел, являются:

1. Физико-химические свойства поверхности или материала (локальный цвет, фактура, текстура, структура);

2. Спектральный состав падающего на тело света, зависящий от типа источника света и от физических свойств оптической среды;

3. Освещенность, на которую влияют:

– интенсивность светового потока (прямо пропорционально);

– состояние оптической среды;

– угол падения световых лучей;

– для искусственного освещения — расстояние от источника света до поверхности наблюдаемого объекта (обратно пропорционально квадрату расстояния);

4. Дистанция от точки наблюдения до наблюдаемого объекта.

Интересной является проблема влияния на восприятие цвета фактуры поверхности.

Фактурой называются физические свойства поверхности материала, которые зависят от характера ее обработки. Различные по фактуре поверхности по-разному отражают свет, а характер светоотражения влияет на восприятие цвета поверхности. Как было отмечено, именно в замкнутом пространстве интерьера это влияние наиболее заметно. Поэтому, проектируя цветовое решение интерьера, необходимо ясно представлять, как будет выглядеть тот или иной цвет в зависимости от фактуры поверхности, которой он будет принадлежать. Понятно, например, что один и тот же цвет на поверхности кафельной плитки будет восприниматься совершенно иначе, чем на поверхности обивочной ткани.

Можно назвать три основных вида фактур:

– матовая поверхность — мелкопористая, шероховатая, рассеивающая свет в разных направлениях и поэтому выглядящая одинаковой по цвету при наблюдении с любой точки зрения. Такая поверхность ничего не отражает зеркально, но отражает рефлексно цветные лучи. Это фактура кирпича, штукатурки, клеевой краски, сукна и т.д.;

– глянцевая поверхность, бликующая на свету, но не отражающая окружающих предметов. Это фактура глазурованной плитки, масляной краски, линолеума, лакового покрытия, пластмасс и т.д.;

– блестящая поверхность — абсолютно гладкая, отражающая свет в одном направлении и поэтому ярко бликующая в местах, рассматриваемых под определенным углом зрения и значительно более темная во всех остальных. Такие поверхности всегда более или менее ясно отражают окружающие предметы. Этой фактурой отличаются облицовочное стекло, зеркала, полированные камень и металл.

Разные по фактуре поверхности создают в интерьере различные эмоциональные впечатления. Присутствие поверхностей и предметов с блестящей фактурой иллюзорно расширяет пространство, придает ему живость, нарядность и разнообразие, но при этом зрительно деформирует форму предметов, искажает цвета и их отношения и может создать ощущение беспокойства. Поверхности с матовой фактурой создают благоприятную зрительную среду, вызывают впечатление пространственной определенности и сдержанного благородства. Матовая фактура дает возможность почувствовать собственные свойства цветов и их подлинные отношения и поэтому предпочтительна тогда, когда художественная выразительность интерьера создается именно за счет определенной цветовой гаммы. Все светоцветовые фактурные эффекты необходимо осмысленно использовать в соответствии с общим художественным замыслом.

лом. Само же решение интерьера обусловлено прежде всего теми функциональными процессами, для которых он предназначается. В целом соотношение и контраст различных фактур цветных поверхностей чрезвычайно расширяет возможности цветовой композиции интерьера [1].

Подробнее вопрос влияния физико-химических свойств поверхностей или материалов интерьера можно проанализировать на примере учебных аудиторий учреждения образования Витебского государственного технологического университета.

Цветовой климат учебной аудитории содержит легкие теплые цвета: белый, светло-коричневый, черные элементы мебели. Однако данный интерьер не содержит акцентных цветов, он выдержан в нейтральных тонах, что не мешает активной деятельности занятий в помещении (рис.1).



Рисунок 1. – Аудитория ВГТУ

Стены выкрашены краской. Используются акриловые лакокрасочные материалы — они нетоксичны, пожаробезопасны и экологически безвредны.

Вся мебель выполнена из натурального дерева, которая покрыта специальным составом. Такая мебель экологична, т.к. при её изготовлении не используются токсичные материалы, клеи и пр. Помимо этого срок службы и надежность мебели из дерева превышает срок службы изделий из других материалов, однако долго такая мебель прослужит и сохранит свой отличный внешний вид лишь при надлежащем постоянном уходе.

Помещение просторное, оборудовано мебелью из светлого дерева, которая удачно гармонирует с полом, создавая контраст цветов. Слева от двери находится зона хранения – большой шкаф, не выпадающий с общего объема комнаты. Столы и стулья имеют теплый цвет и фактуру дерева.

Большие окна пропускают внутрь много света, за счет этого в аудитории много воздуха и солнца, а также создается благоприятная атмосфера для общения.

Потолок исполнен в белом цвете, на котором расположены габаритные лампы.

Потолок оформлен в белом цвете— это позволяет визуально расширить пространство и создать ощущение воздуха над головой. Он оштукатурен и окрашен.

Напольное покрытие деревянное, достаточно хорошо устойчиво к повреждениям, износостойкое. Теплый цвет дерева подчеркивает уютный характер аудитории.



Рисунок 2. – Лекционная аудитория ВГТУ

Следующая аудитории этого же вуза также оформлена в светлых тонах. Оконные стекла и подоконники не закрыты для максимально эффективного использования дневного света (рис.2).

Таким образом, интерьер аудиторий выдержан в светлых тонах. Белые потолки и стены визуально расширяют пространство, создают ощущение воздуха над головой, не давят и не доминируют. Так как все стены аудиторий окрашены в нейтральные цвета, мебель яркая, контрастная, фактурная.

Полы имеют дощатое, паркетное покрытие, так как оно подвергается постоянному воздействию. В учебных помещениях подобраны приятные на ощупь, красивые, гипоаллергенные и экологически безвредные покрытия и материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рац, А.П. Основы цветоведения и колористики. Цвет в живописи, архитектуре и дизайне: курс лекций / А.П. Рац; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2014. – 128 с.
2. Буймистру, Т.А. Колористика: цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А. Буймистру. – Москва: Ниола-Пресс, 2010. – 236 с.
3. Миронова, Л. Н. Учение о цвете / Л.Н. Миронова. – Минск: Вышэйш. шк., 1993. – 463 с.
4. УО Витебский Государственный Технологический университет [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://vstu.by>

УДК 721.05

ИНКЛЮЗИВНЫЕ СПОРТИВНЫЕ ЦЕНТРЫ В БЕЛАРУСИ

Е. А. СЕРГЕЕВА

(Представлено: В. И. МАТВЕЙЧУК)

В этой статье изучен опыт Беларуси в создании инклюзивных спортивных центров, спортивных блоков, которые используют при учреждениях образования, а также идеи и разработки в области развития безбарьерной среды для физически ослабленных лиц.

Для продвижения развития безбарьерной среды города необходимо постоянное внимание со стороны государства. Обязательным условием является так же создание и развитие специальных программ для адаптации инвалидов в среде города. Ведь на данный момент в Беларуси более 570 тысяч человек имеют ограниченные возможности, а значит, им просто необходима поддержка общества. В Беларуси каждый год примерно 25 000 граждан в трудоспособном возрасте имеют ограничения по здоровью, а также больше 4 000 приобретают инвалидность в возрасте до 18 лет. И самое ужасное, что в общем количество людей, которые имеют разные степени утраты здоровья растет почти на 30 000 чел. в год. И конечно многие из них на находятся в начале своей жизни или в её расцвете. Именно по этой причине приобщение людей с ограничениями по здоровью к спортивным занятиям мы можем рассматривать, как фактор их «социализации». [3] Ведь создание инклюзивной среды, комфортной для каждого, — одна из первостепенных задач государства на данный момент. Примеры организации спорта инвалидов в Республике показывают, что, как и во многих странах, данный процесс должен пройти несколько этапов. [4]

Первый этап	Первый этап признания спорта людей с ограниченными возможностями, частью общего спортивного движения. На данный момент в Беларуси работают федерации инвалидного спорта, больше 25 клубов, 70 физкультурно-оздоровительных секций. В нашей стране около 50 000 граждан с ограниченными возможностями занимаются спортивной деятельностью. [4]
Второй этап	Следующий этап продвижения инваспорта – это создание тренерских и медицинских кадров для работы с особенными спортсменами. В «Белорусском государственном университете физической культуры» проходит подготовка специалистов по направлениям: «Физическая реабилитация и эрготерапия», а также «Оздоровительная и адаптивная физическая культура». Важной частью работы является создание и опробование различных специализированных методов тренировочной работы, разработка специальных критериев психологической подготовки. С данной целью в учреждениях образования появляются кафедры инваспорта. На сегодняшний день наша страна считается одной из наиболее перспективных стран-участниц мирового спортивного сообщества инвалидов. Белорусские спортсмены добились своим трудом признания во всем мире. Спортивные нагрузки и дисциплина помогают им проходить через трудности, с которыми им приходится сталкиваться в обычной жизни. Следует помнить, что граждане с ограниченными возможностями наравне со всеми вносят свой определенный вклад в развитие спорта и повышают международный престиж страны. [4]

Но вот с обучением в вузах у данной категории граждан до сих пор множество проблем. При поступлении людям с инвалидностью надо получить справку в медико-реабилитационной комиссии. Это достаточно сложная задача, а на многие специальности путь и вовсе закрыт. Медики могут разрешить пойти учиться на экономиста в БГЭУ (Минск), но вот физически это сделать практически нереально: занятия будут разбросаны по нескольким корпусам, а вот лифт для инвалидов только в одном. И такие проблемы наблюдаются во всех вузах Беларуси. Тоже касается и спортивных пространств вузов :в учебных учреждениях спортивные залы должны быть расположены на первом этаже и иметь удобный путь для студентов и школьников. А так же должны быть оборудованы необходимыми тренажерами для занятий и не иметь лишних барьеров для колясок и для занятий людей с ограниченными возможностями в целом. [2]

Не так давно в Беларуси было открыто 2 спортивных инклюзивных пространства, вне учебных заведений. Первое инклюзивное пространство появилось в Лиде. Данный инклюзивный тренажерный зал - место, где могут заниматься и здоровые люди, и люди с инвалидностью. В зале есть брусья, турники, стенки, кольца, весь необходимый инвентарь для активной реабилитации и просто качественной физической нагрузки. Словом, это современный спортивный зал с безбарьерной средой. Обустройство стало реальным благодаря инициативе местного колясочника Александра Авдевича. Его проект победил в конкурсе ПРООН «Будь здоров», в результате чего были выделены средства на реализацию этой идеи. Тренером стал Виктор Захарьев, который сам 20 лет назад оказался в инвалидной коляске. Он – первый в Беларуси тренер-колясочник по кроссфиту .(Рис.1) [5]



Рисунок 1. – Открытие инклюзивного зала в Лиде

Многие люди с инвалидностью закрываются от мира. Передвижение на инвалидной коляске в принципе дело не легкое и для приобретения этого жизненно необходимого навыка прекрасно подойдет кроссфит и тренажерный зал. Кроссфит включает сразу несколько важных составляющих: силу, кардио и выносливость. Этот вид нагрузок подойдет как для здоровых людей, так и для многих колясочников. Тренер разрабатывает индивидуальный план тренировок под каждого клиента, учитывая его возможности и травмы. В час тренируют всего по два человека, так что клиенты постоянно под присмотром. [5]

Еще один пример для подражания — единственный в стране инклюзивный фитнес-центр «ЭКО-фитнес», где наряду с обычными клиентами на постоянной основе занимаются более 20 минчан, чьи возможности ограничены. (Рис.2) В 10 утра в инклюзивном фитнес-центре на улице Одинцова тренеры бодро дают задания клиентам — здоровым и активным подросткам и людям с ограниченными возможностями. Все клиенты тренируются в одном пространстве. Упражняются на гидравлических тренажерах, после силовых станций переходят к работе с гимнастическими палками, гантелями и опускаются на коврики, чтобы выстоять в планке. [6]



Рисунок 2. – Тренировочный зал в «ЭКОфитнес»

По словам сотрудников зала, люди с инвалидностью чувствуют себя в инклюзивном фитнес-пространстве свободно, потому что здесь никто не акцентирует внимание на их недугах. Все на равных. В таких местах они проходят своеобразную реабилитацию. В некоторых семьях родители с детства советуют не общаться с детьми с инвалидностью. А тут они встречаются в одном пространстве и понимают: это абсолютно такие же люди. Глаз радуется, когда видишь принятие и проявление лучших человеческих качеств. На данный момент в «ЭКОфитнесе» тренируются инвалиды по зрению, слуху, люди с ДЦП. В планах — привлечь и инвалидов-колясочников.

Зал оборудован всем необходимым для занятий людей на колясках. Есть складной пандус, условия в раздевалках. Но главная которая еще не решена проблема — это транспортировка таких клиентов. Чтобы решить проблему, проект «ЭКОфитнес: фитнес-инклюзия» участвует в конкурсе Social Weekend. Одна из целей — наладить сотрудничество с организациями по перевозкам и помочь людям на колясках добираться в зал. [6]

Как мы видим, в нашей стране только начинает развиваться инклюзивная спортивная среда, можно сказать, что она находится на стадии ее зарождения.

Данная статья помогает нам раскрыть тему инклюзивного спортивного пространства в Беларуси применить его по всей стране. Наша исследовательская деятельность в целом - направлена на развитие безбарьерной среды в университетах нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 2030 – 2010. Среда обитания физически ослабленных лиц. Основные положения. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2010. – 43 с.
2. ТКП 45-3.02-318-2018 (33020). Среда для физически ослабленных лиц
3. Статья 24 Закона Республики Беларусь от 11 ноября 1991 г. № 1224-ХП «О социальной защите инвалидов в Республике Беларусь».
4. Современное состояние спорта для инвалидов. <https://www.sportedu.by/> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [sovremennoe-sostoyanie-sporta-dlya-invalidov/](https://www.sportedu.by/sovremennoe-sostoyanie-sporta-dlya-invalidov/). Дата доступа: 22.09.2020.
5. 5.В Лиде открылся первый инклюзивный спортзал . <https://news.tut.by/> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [/go/646339.html](https://news.tut.by/go/646339.html). Дата доступа: 24.09.2020
6. "Вместе тренируются люди с ДЦП и здоровые". <https://news.21.by/>[Электронный ресурс]. – Режим доступа: [other-news/2018/10/30/1641402.html](https://news.21.by/other-news/2018/10/30/1641402.html) Дата доступа: 24.09.2020

УДК 721.05

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СОЦИАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Е. А. СЕРГЕЕВА

(Представлено: В. И. МАТВЕЙЧУК)

В этой статье изучен опыт зарубежных стран (Америки и Европы) их идеи и разработки в области развития безбарьерной среды для физически ослабленных лиц. Рассмотрены предпосылки появления социального проектирования.

Для продвижения развития безбарьерной среды города необходимо постоянное внимание со стороны государства. Обязательным условием является так же создание и развитие специальных программ для адаптации инвалидов в пространстве города. В Беларуси похожие программы только начинают выполняться, а в Великобритании закон о людях с ограниченными возможностями был принят в 1944 году. В Соединенных Штатах возникновение такого закона связывается с борьбой за свои права ветеранов вьетнамской войны, которые в конечном счете смогли добиться возможности вести полноценную жизнь в обществе. Физические барьеры в окружающем их пространстве они рассмотрели в качестве дискриминирующего их права фактора. На самом деле, существование барьеров усложняет или делает нереальным для человека с ограниченными возможностями получение высшего и среднего образования, устройство на работу, занятие физической культурой, и проведение досуга. [5] (Рис.1)



Рисунок 1. – Комфортные условия жизни инвалидов

Еще в 1961 году в США приняли нормы о доступности зданий для людей с ограниченными возможностями. Данный документ стал началом нормативно-законодательной базы построения безбарьерной среды, которая и дальше совершенствовалась и развивалась.

В 1975 году ООН была принята декларация о правах инвалидов, а уже позднее были созданы документы международного уровня: Всемирная программа действий в отношении инвалидов (1982 год), Конвенция о правах инвалидов (2006 год) и др. [4]

Эти инициативы в развитых странах успешно воплощены в действительности, и уже сейчас инвалид-колясочник в Европе, США ощущает себя очень комфортно. Данное условие комфортности достигается при помощи создания принципа непрерывности безбарьерной среды. Например, в России на сегодняшний день созданы лишь обрывочные, эпизодические вкрапления элементов, которые способны лишь немного облегчить жизнь людям с особыми потребностями. Аналогичная ситуация и в Беларуси. К примеру, пандусы могут позволить колясочнику беспрепятственно заехать в банк, но часто стоит вопрос, как же ему добраться до самого банка. Еще существует проблема беспрепятственно проехать в автобусе или пройти через проезжую часть людям с ограничениями физических возможностей. За границей существует необходимость не допускать благоустройства, которое не только сможет затруднить или создаст невозможные условия для передвижения человека на коляске, но и будет мешать какой-либо его деятельности.

По опыту благоустройства городского пространства в других странах важно подчеркнуть и применить веяние следовать принципу непрерывности безбарьерной среды в пространствах, где люди бывают чаще всего. К данным местам мы можем отнести: тротуар, пешеходные пути в придомовых территориях, пути к общественным сооружениям, парковые аллеи, скверы, перекрестки, автобусные остановки, подходы к банкоматам и др.

Значит, мы можем сделать вывод, что установка 1 пандуса не приведет к достижению цели – создать ощущение комфорта и социальной полноценности значительного количества граждан страны, которые в этом нуждаются. Подобный подход носит локальный характер, а нам необходимо рассматривать всю среду города в целом, а не фрагментарно. И мы можем видеть, что опыт Европы и Америки достаточно положителен. Он показывает нам, что построить доступную среду вполне выполнимо, если применить такие компоненты, как старание и добросовестность, и правильное распределение средств.

Около 5% населения Беларуси инвалиды, что довольно немалая цифра. А если учитывать еще и маломобильные группы населения, то цифра вырастает до 30%. Радует тот факт, что появляются автобусы, оборудованные для перемещения инвалидов по городу, но далеко не весь автобусный парк инклюзивен. Более того, из-за уровня безбарьерности среды, пользоваться им часто инвалидам не приходится. Ведь много ли мы видим инвалидов на улицах города? Их фактически нет, и не потому, что их мало. А потому что города в полной степени не приспособлены для их передвижения по нему.

Если проблема передвижения инвалидов-колясочников немного и решается, то проблему передвижения слепых и глухонемых пока практически не затрагивают. В Беларуси существует очень мало оборудованных и оборудованных правильно пешеходных переходов, и в принципе улиц для посещения инвалидов. В нашей стране при формировании безбарьерной среды учитывают права колясочников – устанавливают пандусы и подъемники, но совсем забывают про тактильные плиты и цветовые акценты, что важно для инвалидов по зрению.

В той же Америке и Европе люди с ограниченными возможностями живут как полноправные члены общества, ведь для этого соблюдаются все необходимые факторы. Например, проезд в автобусе – бесплатный для инвалида и его сопровождения. Также отметим, что автобус приспособлен для посадки инвалида-колясочника, в отличие от транспорта в Беларуси. (Рис.2)



Рисунок 2. – Проезд в общественном транспорте

Так же люди с ограниченными возможностями могут самостоятельно использовать специальные электрические пандусы-подъемники. Стоит отметить и обустройство мест досуга и отдыха, таких как музеи и театры. Кроме стандартных для Европы специальных сан.узлов для людей с ограниченными возможностями, общественные учреждения снабжаются инвалидными креслами и сидениями. Конечно, данная среда создается, в первую очередь, для удобства – ведь гражданин с особыми потребностями сможет спокойно доехать сам на такси, при этом оставив свое кресло дома. Активно используются электрические пандусы. (Рис.3)



Рисунок 3. – Электрический пандус-подъемник

Отдельно рассмотрим вопрос с жильем в зарубежных странах. Большая часть жителей, с ограниченными возможностями проживает в домах, где их передвижение не вызывает никакого дискомфорта: специализированные лифты, рабочие спуски для инвалидных кресел. Есть так же дома, в которых проживают только люди с ограниченными возможностями. В домах такого типа, всегда дежурит специальный персонал, который всегда придет на помощь жильцу. [4]

Огромным преимуществом служит программа по обеспечению инвалидными креслами всех, кому это необходимо. Один раз в несколько лет освежается «парк» колясок, причем всех граждан с ограниченными возможностями опорно-двигательного аппарата снабжают сразу 2 колясками - для прогулки и для дома. А так же, удивителен тот факт, что большая часть колясок снабжается электроприводом. Что касается работы, то и тут проблемы решаются. И связано это с повсеместной компьютеризацией, что позволяет нам гораздо проще дать работу большей части людей с ограниченными возможностями. Мы можем констатировать тот факт, что в этой атмосфере инвалиды будут ощущать себя комфортно, часто выходить на прогулки, не боясь трудностей передвижения. Даже реки и водоемы тут готовы к посещению физически ослабленных лиц - для них подготовлены специальные спуски и дорожки ведущие в воду. (Рис.4)



Рисунок 4. – Дорожки для инвалидов-колясочников

Люди во всем мире стремятся создать пространство для людей с ограниченными возможностями более доступным, но важно помнить, что данные изменения способны повлиять на качество жизни всех жителей, даже тех, кто не имеет физические ограничения. Поручни могут быть необходимы пожилым людям, женщинам "в положении", детям и людям с ожирением, травмированным гражданам (временно недееспособным). Контрастные маячки, которые необходимы людям с ограниченными возможностями зрения, помогут другим людям свободно ориентироваться, а звуковыми сигналами, созданными на пешеходных переходах для слабослышащих, пользовался каждый. Да и получить инвалидность может каждый человек в любое время, так как никто не застрахован от несчастных случаев.

Данная статья помогает нам ознакомиться с опытом зарубежных стран и применить его в нашей стране. Наша исследовательская деятельность в целом - направлена на развитие безбарьерной среды в университетах нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 2030 – 2010. Среда обитания физически ослабленных лиц. Основные положения. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2010. – 43 с.
2. ТКП 45-3.02-318-2018 (33020). Среда для физически ослабленных лиц
3. Статья 24 Закона Республики Беларусь от 11 ноября 1991 г. № 1224-ХІІ «О социальной защите инвалидов в Республике Беларусь».
4. Безбарьерная среда в Америке и Европе. pandus.su [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
5. [https:// realii-sozdaniya-bezbarernej-sredy-i-stroitelstva-pandusov-dlya-invalidov-v-sovremennoj-rossii/](https://realii-sozdaniya-bezbarernej-sredy-i-stroitelstva-pandusov-dlya-invalidov-v-sovremennoj-rossii/)
Дата доступа: 25.09.2020.

УДК 747.012.1

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ЦВЕТОВОГО КЛИМАТА
ОБЩЕСТВЕННОГО ИНТЕРЬЕРА****В. В. СОКОЛОВСКАЯ, К. Р. САМОЖЕНОВА****(Представлено: А. В. ФЁДОРОВА, В. А. ХВАТЫНЕЦ)**

Статья посвящена аспектам восприятия цвета и использование его в общественных интерьерах. В статье рассмотрены вопросы процесса воздействия и восприятия цветового климата, принципы формирования зрительного комфорта цветом в интерьере.

Всё чаще люди начали уделять внимание тому, в какой среде они прибывают и насколько им приятно находится в том или ином месте. Цвет стал играть большую роль в отношении людей к окружению и его восприятию. От цветового климата внутреннего пространства зависит настроение, чувства, мысли и, в целом, здоровье человека. Поэтому вопрос о комфортном пребывании в общественном интерьере является актуальным.

При создании цветового климата общественного интерьера важно учитывать способность восприятия цвета человеком, а следственно и воздействие цвета на его организм. Цвет может воздействовать на эмоциональное и физическое состояние. Воздействие и восприятие цвета – сложный процесс, который обусловлен разными психологическими факторами и базируется на физиологии нервной системы. Целенаправленное использование цвета в интерьере, как и во всех других элементах архитектурного пространства, необходимо для решения утилитарных и композиционно-художественных задач.

Художественно-эстетическая функция цвета в интерьерах выражается в создании гармоничной цветовой среды, вызывающей эстетические переживания, ассоциации и образные представления. Утилитарные функции цвета -- это создание визуально-психологического и функционального комфорта среды обитания, решаются с учетом конкретной функциональной специализации интерьера.

В пространствах общественного здания колористическое решение зависит от предметной наполненности интерьера, которая должна создавать впечатление стилевого единства. Гармоничность среды интерьера определяется красотой цветовой гаммы и гармоничным взаимодействием цветовой композиции с архитектурной формой.

Проектирование цветового климата интерьеров всегда задано спецификой функциональных процессов, для которых предназначен каждый конкретный интерьер.

В отличие от экстерьера цвет поверхностей в интерьере рассматривается с очень близкого расстояния, иногда вплотную, когда каждый цвет воспринимается «в упор», поэтому учитывают допустимую меру эмоциональной нагрузки, вызываемой цветом в интерьере. Цветовая гамма помещений для длительного пребывания людей, с одной стороны, не может быть излишне активной, так как возникнет эффект цветового утомления; с другой стороны, в цветовом решении необходимо обеспечить определенную временную и пространственную цветодинамику, создать цветовые акценты, позволяющие избежать однообразия, монотонности, ощущений дефицита цветовых впечатлений [1].

При оформлении современного общественного интерьера используют различные эффекты воздействия, которыми обладает цвет.

Возбуждающие цвета – пурпурной области используются в помещениях, где требуется большая физическая активность, восполнение эмоций, повышение нервно-психического тонуса, жизнерадостности, усиление аппетита. Такие цвета окраски используются в кафе, магазинах, хостелах, спорт залах. К примеру, красный цвет является стимулирующим и побуждающим, однако влияние данного цвета будет варьироваться от степени его насыщенности и интенсивности. В интерьере красный в большом объеме имеет эффект сужения пространства, поэтому лучше всего данный цвет использовать как акцент.

Тонизирующие цвета – оранжевый, желтый, зеленые оттенки, используются для поддержания бодрости и работоспособности человека, т.е. тонизировать, придают уют и тепло комнате. Они применяются в интерьерах, где ставятся задачи особого направленного духовного воздействия на человека. Такие цвета рекомендуется использовать в учебных помещениях. Например, оранжевый – это неоднозначный цвет, область его применения на порядок ниже в связи с эстетическим фактором, используется для повышения настроения, вызывает чувство радости и аппетита, располагает к общению и умственной работе. Желтый применяется для напряженной умственной работы, позитивно

сказывается на нервной системе, на настроении, располагает к общению, стимулирует творческие способности, активизирует память, концентрирует внимание. Поэтому данный цвет хорош для оформления рабочей зоны, особенно для детей, но не стоит использовать яркий насыщенный жёлтый, так как нервная система в особенности детская, воспринимает такой цвет негативно, он быстро утомляет. Жёлтый цвет хорошо компенсирует недостаток солнечного света, поэтому он подойдёт для оформления помещений, которые находятся на северной стороне. Зеленые оттенки оказывают положительное влияние на организм, помогает концентрироваться, успокоить своё ментально и физическое состояние, расслабиться и отдохнуть, такой цвет по своей природе универсален и в зависимости от его насыщенности он будет либо бодрить и приводить в тонус, либо будет умиротворять, такой цвет редко надоедает и вызывает дискомфорт.

Успокаивающие – зелено-голубые (цвет гармонии и процветания), голубые (избавляет от тревоги, расслабляет и как бы усыпляет, поэтому часто такой цвет можно встретить в санаториях и лечебницах; он способен визуально расширять пространство, создавать ощущение прохлады) и синие (помогает сосредоточиться и обдумать эмоции) цвета используются в зонах пассивной деятельности: рекреациях, фойе, залах ожидания, спален, с целью успокоить нервную систему человека, замедлить его реакцию, снизить активность эмоций. Всё это создаёт благоприятную обстановку для максимального получения информации без переключения внимания.

Комфорт и уют помещению помогут придать бежевый и желтый цвета. Серый, обычно вызывающий уныние и тоску, поэтому его часто «разбавляют» всплесками контрастных, дополнительных цветов. Он может способствовать созданию спокойной и стабильной рабочей атмосферы в офисе, на производстве. И в сочетании с темным оттенком дерева серый выглядит дороже, а в сочетании со светлым оттенком свежее и проще. Коричневый цвет помогает сконцентрироваться, собраться с силами, но он скучноват, поэтому может вызывать чувство апатии, хандры. Этот цвет располагает к отдыху, помогает прийти в баланс и обрести спокойствие, а также, способствует принятию взвешенных и обдуманных решений. Коричневый, особенно глубокий темный оттенок, весьма эффектен в интерьере, однако в избытке он может угнетать, провоцировать депрессию и скуку. А вот светлые нейтральные оттенки уместны в любых пропорциях. Использование не только коричневого цвета, но также и натурального дерева, привносит в интерьер благородства, тепла и уюта.

Также на выбор цветовой гаммы интерьера оказывает влияние география страны. В помещениях, выходящих окнами на север, предпочтительны цвета максимально светлые, теплых тонов — золотисто-желтые, розово-кремовые. Такие стены отражают больше света, создают ощущение тепла и даже солнечности. Если окна выходят на юг и юго-запад, помещение подолгу освещается солнцем и сильно нагревается в жаркое время года, то цвета стен лучше подбирать из гаммы холодных — голубых, сине-зеленых или серых. В северных районах при любой ориентации окон советуют использовать теплую гамму цветов [4].

Таким образом, цветовой климат интерьера формируется на основе следующих факторов:

- вид функциональных процессов и связанные с ними особенности действий в интерьере;
- санитарно-гигиенические нормативы;
- примерное время пребывания человека в интерьере и время потребления объектов акцентного внимания, связанных с функциональными процессами;
- цветовые предпочтения потребителей;
- структура, форма и величина внутреннего пространства;
- размеры видимой части ограждающих поверхностей;
- характер, габариты, степень концентрации предметного наполнения интерьера;
- сочетание фактуры отделки ограждающих поверхностей и фактуры всех элементов предметного наполнения интерьера;
- отношения пространственных планов;
- особенности климата и ландшафта зоны строительства;
- микроклимат помещения;
- характер освещения и степень освещенности естественным светом;
- тип источников искусственного света и их композиционное размещение;
- цветовое окружение помещений, рядом связанных с проектируемым интерьером [3].

Выбор колорита для интерьера влияет на атмосферу, которая будет в конкретном помещении. Безусловно, все перечисленные выше факторы будут влиять на принципы, по которым будут создаваться атмосфера и цветовой климат интерьера для каждого конкретного интерьера. Однако, главным усло-

вием из них будет человек, имеющий свое индивидуальное восприятие цвета, основанное на жизненном опыте, культурных и национальных особенностях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буймистру, Т.А. Колористика: цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А.Буймистру. – Москва: Ниола-Пресс, 2010. – 236 с.
2. Миронова, Л. Н. Учение о цвете / Л.Н.Миронова. – Минск: Вышэйш. шк., 1993. – 463 с.
3. Рац, А.П. Основы цветоведения и колористики. Цвет в живописи, архитектуре и дизайне: курс лекций / А.П. Рац; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2014. – 128 с.
4. Психология цвета в интерьере [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.livemaster.ru/topic/2687565-psihologiya-tsveta-v-interere>.

УДК 747.012.1

**КОЛОРИСТИЧЕСКАЯ СРЕДА УЧЕБНЫХ ПРОСТРАНСТВ УНИВЕРСИТЕТОВ
ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН****В. В. СОКОЛОВСКАЯ, К. Р. САМОЖЕНОВА**
(Представлено: А. В. ФЁДОРОВА, В. А. ХВАТЫНЕЦ)

Статья посвящена современным тенденциям проектирования колористической среды учебных аудиторий европейских стран. В статье рассматривается соответствие существующего дизайна интерьера аудиторий необходимой задаче формирования положительного цвето-восприятия.

В новом прогрессирующем обществе XXI века по прежнему актуальным остается вопрос создания наилучших условий для развития и формирования молодых специалистов, в которую помимо непосредственно учебы входит и формирование личности, мировоззрения, создание условий для физического и культурного воспитания. Эта задача является главенствующей при проектировании учебных пространств высшей школы.

Мировые тенденции сегодня содержат внедрение универсальных архитектурно-планировочных решений, учитывающих динамику и развитие учебного процесса, развитие научных секторов, позволяющих оперативно менять технологию и оборудование, создание укрупненных учебных кампусов. Немаловажным остается и формирование внутренней среды учебных заведений, которая бы соответствовала новейшим тенденциям и потребностям человека. Особенно значимым вопросом является формирование положительного цвето-восприятия в учебных пространствах образовательных учреждений. Поэтому решение поставленных современностью задач можно заметить на примерах высших учебных заведений европейских стран.

Одним из примеров гармоничной в колористическом плане внутренней среды являются учебные помещения колледжа в сельской местности Швейцарии (рис.1).



Рисунок 1. – Аудитории. Колледж в сельской местности, Швейцария

Здание выполнено преимущественно из древесины на бетонном фундаменте. Деревянный объём организует пространство, которое обладает прочностью, легкостью, красотой текстуры, долговечность. Главное преимущество интерьера с деревом – создание чувства уюта, атмосферы тепла и нежности, душевного умиротворения.

Акцентные элементы в интерьере имеют чистые цвета: пуфы в зоне отдыха, яркие папки на стеллажах. Мебель также выполнена из дерева, она является экологически чистой и не вызывает аллергию у учащихся, находящихся продолжительное время в помещении. Также вид и аромат натурального дерева способен положительно влиять на эмоции человека.

Отделка стен светлым материалом позволила зрительно увеличить комнату. Аудитория оформлена в нейтральные тона, минимум акцентов, спокойная обстановка. Для создания гармонии, в помещении сочетаются контрастные тёплые и холодные цвета.

Таким образом, во внутренней отделке широко применяется дерево – это и, и обшивка стен, и большинство предметов мебели. Интерьер сдержанный, спокойный, в пастельных или натуральных светлых оттенках. Простая и удобная мебель стала лучшим дополнением к такой обстановке: многофункциональные шкафы, столы и стулья классической формы из светлого дерева или ДСП создают простой и комфортный интерьер, подчеркивают его экологичность и натуральность.

Примером позитивного влияния интерьера также является лекционный зал Варшавского университета в Польше (рис.2).



Рисунок 2. – Лекционный зал. Варшавский университет, Польша

Цветовое решение лекционной аудитории содержит в себе оттенки бежевого, серого, белого и оранжевого. Поверхность стен, потолка и пола имеют нейтральную цветовую гамму и яркостный контраст.

Бежевый цвет стен и некоторых участков на потолке способствует умиротворению и равновесию. Он подходит людям, чей рабочий ритм связан со стрессовыми ситуациями и переутомлениями. Интерьер с использованием данного цвета помогает расслабиться, восстановить внутренние силы. В такой обстановке человек ощущает стабильность и уверенность. С одной стороны, беж действует на психику успокаивающе, с другой – способствует замедлению мозговой активности. Он препятствует креативному мышлению, не несёт в себе свежих идей, поэтому такого цвета не должно быть слишком много, особенно в мастерских и аудиториях, направленных на творчество. Данному пространству такой цвет вполне подходит, так как внимание учащихся направлено на преподавателя и демонстрируемую информацию.

Оранжевые поверхности на стульях и кафедре. Его область применения на порядок ниже в связи с эстетическим фактором, это неоднозначный цвет, он используется для повышения настроения, вызывает чувство радости, располагает к общению и активной работе.

Искусственное освещение в помещении тёплое, поэтому в сочетании с цветовым решением, данный актовый зал кажется ещё теплее.

В целом цветовой климат не вредит данному пространству, однако может сказываться на состоянии преподавателя, который смотря на учащихся, видит цветные оранжевые пятна рядов и ярких людей на них. Возможно следовало бы применить менее яркий оттенок оранжевого для стульев.

Иным примером колористического формирования среды является аудитория Института дизайна и моды в Италии (рис.3).

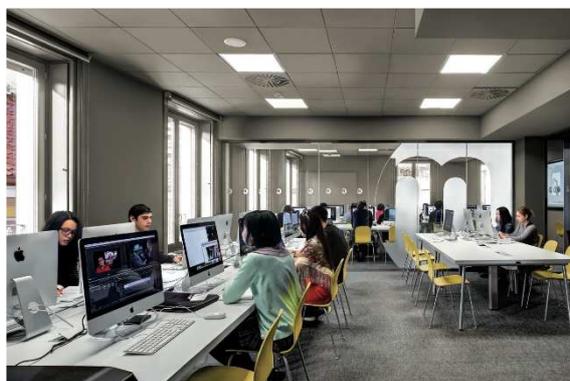


Рисунок 3. – Аудитория IT. Институт дизайна и моды, Италия

Цветовой климат пространства аудитории ИТ нейтральный с акцентом на светло-жёлтые стулья. В процентном соотношении можно выделить 3 основных цвета: Серый 60%, белый 30%, жёлтый 10%. Рабочая зона выполнена белым цветом. Он прекрасно сочетается с другими цветами и создаёт впечатление свежести и аккуратности, но является не практичным, особенно на столешницах в учебной рабочей зоне

Пол, потолок и стены имеют оттенки серого. Данный цвет помогает сосредоточиться для решения важных задач, успокоить различные эмоции, не даёт цветных бликов. И в таком помещении он является наиболее уместным, служит неким фоном, при работе не перегружает ещё больше зрение и не давит на нервную систему.

Жёлтый цвет позволяет разбавить серую картину, направлен на тонизирование. Используется в местах, где происходят напряжённые умственные процессы, а также для поднятия настроения. Поэтому данный цвет хорош в оформлении данной рабочей зоне и плюсом служит также то, что использован не яркий и слишком контрастный жёлтый, так как нервная система воспринимает такой цвет негативно.

В интерьере есть зеркало, которое позволяет расширить пространство. В помещении зеркало расположено перпендикулярно к оконным проемам, поэтому комната визуально более воздушна и больше освещена естественным дневным светом.

Таким образом, сравнивая выше представленные пространства европейских университетов разного назначения, можно сделать вывод: за рубежом аудитории имеют иной стиль и характер, это связано с географическим положением и другими взглядами на обучение в целом. Классы и различные аудитории отличаются в подходе к отделке и внедрению различных акцентных цветов, то есть отдаётся предпочтение эксперименту с цветом, при этом не использование его на больших плоскостях. Также добавляются интересные детали в виде панелей на стене, не типичных осветительных приборов. Мебель проста в исполнении и форме, эргономична и удобна. Заметно, что соблюдение баланса, гармонии и отчасти минимализма стоит во главе проектирования пространства для учебной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миронова, Л. Н. Учение о цвете / Л.Н.Миронова. – Минск: Вышэйш. шк., 1993. – 463 с.
2. Рац, А.П. Основы цветоведения и колористики. Цвет в живописи, архитектуре и дизайне: курс лекций / А.П. Рац; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2014. – 128 с.
3. Колледж в сельской местности в Швейцарии [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://hqroom.ru/kolledzh-v-selskoi-mestnosty-v-shveitsaryu.html>
4. Образование в Институте дизайна и моды Istituto Marangoni [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://academconsult.ru/special/3068/?control=pages&action=view_page&n=1202

УДК 747.012.1

**КОЛОРИСТИЧЕСКАЯ СРЕДА
ИНТЕРЬЕРОВ АУДИТОРИЙ УНИВЕРСИТЕТОВ г. МИНСКА****В. В. СОКОЛОВСКАЯ, К. Р. САМОЖЕНОВА**
(Представлено: А. В. ФЁДОРОВА, В. А. ХВАТЫНЕЦ)

Статья посвящена аспектам выбора наилучшего колористического решения для учебных аудиторий и его влияния на учащихся. Статья содержит анализ внутренней среды аудиторий высших учебных заведений г. Минска.

В современных учреждениях образования всё чаще поднимается вопрос о комфортности учебных помещений и соответствие их новейшим тенденциям и нормам. Для достижения отличных результатов студентов в обучении очень важно поддерживать благоприятные окружающие условия помещений, всё должно содействовать наилучшей учебной атмосфере. Поэтому необходимое совпадение основных смысловых значений процессов, протекающих в интерьере, с соответствующими цвето-пространственными характеристиками будет положительно влиять на эмоциональный настрой студентов.

Рассматривая помещения учебных заведений можно заметить, что колористическое решение зависит от предметной наполненности интерьера, которая прежде всего определяется функциональной специализацией, однако в любом случае создается впечатление стиливого единства. Подробнее эти принципы проектирования можно рассмотреть на примерах высших учебных заведений города Минска.

Первым примером положительного влияния интерьера является аудитория университета гражданской защиты МЧС Беларуси в городе Минске (рис. 1).



Рисунок 1. – Лекционная аудитория университета гражданской защиты МЧС Беларуси в городе Минске

Лекционная аудитория окрашена в холодные цвета, т. к. располагается окнами на юг. Помещение имеет основной цвет стен: светло голубой. Данный цвет хорошо подходит для комнат, которые выходят на южную, юго-восточную и юго-западную стороны, туда, где солнце находится большую часть дня. Ведь солнечные лучи, попадая на голубую или синюю поверхность, делают её тон более глубоким.

Несмотря на то, что помещение имеет большую протяженность и с учетом большого количества посадочных мест, оно не кажется загроможденным, а наоборот является просторным. Это заключается в правильном подборе цветового решения интерьера. Вертикальные элементы на стенах увеличивают пространство, а в совокупности с горизонтальными частями на стенах и парте создают ритм.

В аудитории вдоль стен расположены телевизоры, поэтому учащиеся на задних рядах смогут легко следить за информацией; сочетание стандартной доски и экранного проекта позволяют сочетать все преимущества современной подачи учебного материала.

Потолки не высокие, однако они имеют специальное оснащение в виде звукопоглощающего материала подвесного потолка, благодаря чему звук не отражается от потолка и не создает дополнительный шум.

Большие окна обеспечивают достаточное количество естественного света, а лампы, расположенные буквально над каждым рядом, равномерно распределяют свет в аудитории. Применены стандартные лампы с белым, тепло-белым и естественно-белым цветоизлучением.

В качестве напольного покрытия применен ламинат — износостойкое покрытие из древесноволокнистой плиты с темной декоративной защитной пленкой. Ламинат помогает в рамках небольшого бюджета создать в помещении теплую и уютную атмосферу. Темный оттенок древесины даёт ощущение устойчивости в легко-цветовом интерьере.

Таким образом, чистый светлый интерьер аудитории формирует воздушное и приятное пространство для процесса обучения.

Вторым примером удовлетворительного цветовосприятия интерьера является аудитория-лаборатория для практических занятий БНТУ в городе Минске (рис.2).



Рисунок 2. – Аудитория-лаборатория БНТУ

Цветовой климат аудитории имеет 3 основных оттенка: белый, светло-фиолетовый, коричневый. Рабочая зона выполнена в монохромном теплом цветовом колорите. Поверхность столов и стульев из древесины светлого оттенка.

Светло-фиолетовый оттенок – один из наиболее приятных для глаза. Он часто встречается в интерьерах. В основном он используется как основополагающий и одинаково гармоничен в оформлении помещений различного назначения. Этот оттенок нейтрализует состояние тревожности, умиротворяет и является символом безопасности и надежности. Оттенок фиолетовый в интерьере – гармоничный фон для натуральной древесины.

Светло-коричневый цвет в интерьерах применяют там, где нужно создать ощущение простора, расширить площадь, добавить света и «воздуха». Подходит людям, чей рабочий ритм связан со стрессовыми ситуациями и переутомлениями. Интерьер в коричневой гамме помогает напомнить о природе и принадлежности человека к ней. В такой обстановке человек ощущает стабильность и уверенность.

В данной аудитории есть большие окна, которые хорошо освещают поверхности рабочих мест и класса в целом. Однако, искусственное освещение не выглядит достаточно равномерным.

Заметный минус в том, что нет хорошего затеняющего устройства на окнах, поэтому во время просмотра видео на проекторе учащиеся будут видеть нечёткую картинку и различные блики, что плохо сказывается на зрении и восприятии информации. Очевидно такое решение вышло по причине размещения радиатора по центру стены.

Можно отметить, что данная цветовая гамма воспринимается положительно, так как нет сильных цветовых контрастов. Также можно заметить правильное расположение по яркости, или же классическое распределение цветов: потолок самый светлый, стены светлее и пол самый тёмный. Отведена зона под оборудование. Общая атмосфера аудитории вполне соответствует для проведения практических и лабораторных работ.

Еще одним примером современного колористического решения интерьера является Медиацентр и офис БНТУ.

Данное пространство делится условно на две зоны: рабочая, зона отдыха. Металлическая перегородка позволяет разделить эти зоны, но не оторвать их друг от друга.

В интерьере соблюден единый колорит. Поверхность потолка выполнена в светло-сером цвете. Стены разбелённого зелёного цвета, который присутствует и на потолке в виде декоративного гипсокартонного элемента, а также присутствует тёмно-серый цвет. Зелёный цвет ассоциируется с природой, естественностью и натуральностью. Это гармоничный оттенок, способный привносить в интерьер легкость. Зелёный хорошо комбинируется с природными или искусственными материалами – деревом, камнем, металлом, бетоном. Оттенок зеленого способен расслабить человека и в тоже время заставить его сконцентрироваться на выполнении конкретной задачи (рис. 3).

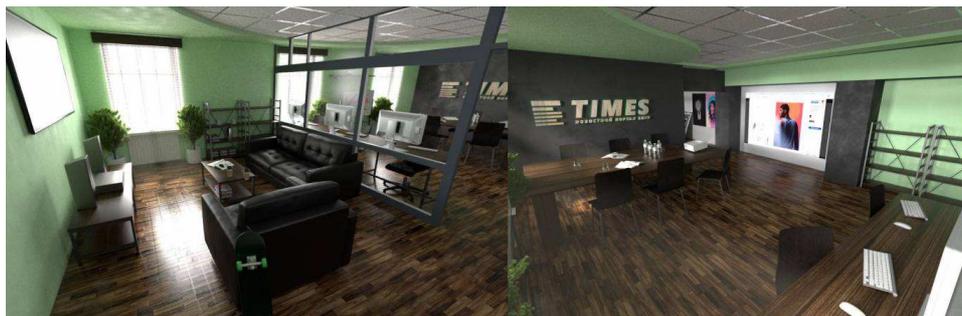


Рисунок 3. – Медиацентр и офис БНТУ

Деревянный тёмный пол, имеющий коричневый цвет, помогает сконцентрироваться, собраться с силами. Однако он скучноват, поэтому может вызывать чувство апатии, хандры. Этот цвет располагает к отдыху, помогает прийти в баланс и обрести спокойствие, а также, способствует принятию взвешенных и обдуманных решений. Коричневый, особенно глубокий темный оттенок, весьма эффектен в интерьере, однако в избытке он может угнетать, провоцировать депрессию.

Пространство наполняет тёмная мебель, цвет которой поддерживают тёмно-серые стены и перегородка. То есть данный цвет отражается в других объектах интерьера и позволяет соединить отдельные части под одно настроение.

Также в данном пространстве есть плакаты и постеры с яркими цветами, которые создают более интересную визуальную среду. Надпись на стене вероятнее всего несёт некий посыл и суть того, что происходит в данном офисе.

Данный офис имеет достаточно правильное цветовое решение, но с другой стороны пространство может показаться не совсем уютным из-за большого внедрения тёмных тонов и светлого зелёного цвета практически на все поверхности стен. Тёмный цвет немного угнетает, поэтому лучше было бы использовать светлые оттенки коричневого в отделке с комбинированием тёмных оттенков элементов наполнения.

Таким образом, белорусские университеты на данный момент стремятся осовременить и создавать лучшие условия, однако пока в приоритете большинства ВУЗов остаётся тот интерьер, который уже уходит в прошлое. В цветовом решении таких чаще встречается классическая схема. Однако сейчас большинство понимает, как пространство, в котором происходит учебный процесс, влияет на восприятие информации, общее самочувствие и психику. И время обновлений входит в наши белорусские университеты, и мы можем наблюдать за изменениями мест, в которых непосредственно учимся или же посещаем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миронова, Л. Н. Учение о цвете / Л.Н.Миронова. – Минск: Вышэйш. шк., 1993. – 463 с.
2. Буймистру, Т.А. Колористика: цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А.Буймистру. – Москва: Ниола-Пресс, 2010. – 236 с.
3. Рац, А.П. Основы цветоведения и колористики. Цвет в живописи, архитектуре и дизайне: курс лекций / А.П. Рац; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2014. – 128 с.
4. Университет гражданской защиты МЧС Беларуси [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://ucp.by>
5. Белорусский национальный технический университет [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://www.bntu.by>.

УДК 747.012.1

ЦВЕТОВОЙ КЛИМАТ ИНТЕРЬЕРОВ АУДИТОРИЙ ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

В. В. СОКОЛОВСКАЯ

(Представлено: А. В. ФЁДОРОВА, В. А. ХВАТЫНЕЦ)

В статье рассмотрены аспекты формирования цветового климата интерьеров аудиторий. Представлены основные принципы создания комфортного цветового решения среды учебных помещений. Производится анализ дизайна интерьера аудиторий Полоцкого государственного университета.

Известно, что на успешное усвоение информации влияет не только её подача, но и окружающая среда. Для университетов высшего образования этот вопрос всегда актуален. Цветовой климат интерьеров должен способствовать формированию положительного впечатления от процесса образования. Поэтому стоит особенно уделить внимание этому вопросу.

При современном формировании цветового климата интерьеров аудиторий и учебных классов учитываются следующие аспекты:

- характер производимой работы: вид и продолжительность;
- вид освещения, источники искусственного освещения и условия зрительного восприятия;
- климатические условия, микроклимат помещения;
- эмоциональное воздействие цвета, его роль, свойства, взаимодействие с предметно-пространственной средой.

Для анализа соответствия главным аспектам проектирования цветового климата было проведено исследование на примере учебных помещений Полоцкого государственного университета. В ходе работы были рассмотрены различные по назначениям учебные аудитории «старого» корпуса университета.

Состав помещений университета характеризуется большим количеством лекционных аудиторий. Цветовой климат некоторых типичных аудиторий содержит легкие теплые цвета. Потолок исполнен в белом цвете, на светлых стенах закреплен графический материал, который выглядит нейтрально. Мебель в помещении выступает доминантой, включает в себя коричневый цвет с его оттенками. Пол темного цвета. Все это организует устойчивое пространство. Цветовая гамма подобрана правильно, т.к. окна аудитории выходят на север. Следующая лекционная аудитория окрашена в холодные цвета, т.к. располагается окнами на юг. Мебель в помещении выполнена в естественных цветах, из которого первоначально изготовлена - деревянные столы и сиденья. Подвесной потолок белого цвета увеличивает пространство и дает больше воздуха при большом потоке людей. Выполнен из перфорированных плит для звукопоглощения и скрытия коммуникаций (рис.1).



Рисунок 1. – Лекционные аудитории ПГУ

Ярким местом университета является офис центра изучения иностранных языков, разделенный на три зоны: рабочая, зона отдыха. Рабочая зона имеет светлый цветовой колорит. Поверхность столов, стен и потолка окрашена в белый, это даёт нам чувство воздушности, пространство кажется шире. Наряду с черным, белый относится к нейтральной гамме. Пол, мебель (диван, стулья, ножки столов, часть декора) имеет тёмный колорит, используются оттенки коричневого, которые вызывают ассоциации с уютом, он является не мотивирующим, поэтому его не используют как доминирующий цвет. Зона отдыха выделена жёлтой частью стены, а жёлтый цвет, как известно, является тонизирующим, используется в местах для напряжённой умственной работы, в тоже время повышает настроение (рис.2).

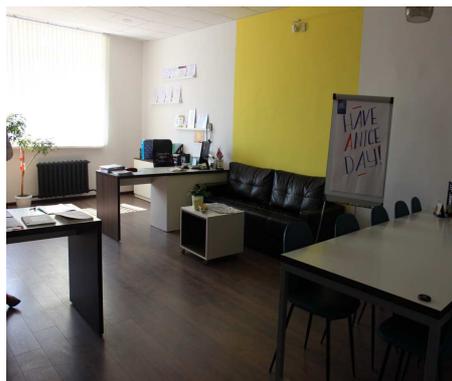


Рисунок 2. – Центр изучения иностранных языков

В процентном соотношении можно выделить: Белый 60% Коричневый 30% Жёлтый 10%. Такое расположение цветов подходит для офисов, где люди проводят много времени, так как сочетание и расположение цветов соответствует эргономическим требованиям.

Специфическим помещением является мастерская для занятий графикой и макетирования и делится на три зоны: санитарная, рабочая, зона преподавателя. Санитарная зона отделена от других зон яркой акцентной плиткой. Рабочая зона и зона преподавания имеют общий тёмный колорит орехового дерева. Пол имеет покрытие линолеума под текстуру светлого дерева (рис.3).



Рисунок 3. – Мастерская для занятий графикой и макетирования

Поверхность стен, потолка и пола имеют нейтральную цветовую гамму и яркостный контраст. Стены выкрашены в светло-серый цвет. Серый цвет помогает сосредоточиться для решения важных задач, он является универсальным, также помогает отдохнуть глазам и мозгу от насыщенных листов с графическими материалами. Кроме того, не даёт цветных бликов, что важно при работе. Эта аудитория имеет правильный цветовой климат, который не мешает и не отвлекает.

Таким образом, проанализировав ряд аудиторий ПГУ было выделено, что при выборе цветового решения внутреннего пространства главным фактором формирования является его функцию, т. е. упор делается на то, какие работы будут проходить в помещении. В зависимости от ситуации в помещении, необходимо придерживаться правил физиологического комфорта, выбирать приемлемое количество цвета, учитывая его утомляющее действие, обусловленное насыщенностью пятна. Большой контраст в яркости не желателен в помещении.

Наиболее адаптировано под орган зрения, когда нижняя зона относительно темная, средняя - светлее, а верхняя самая светлая. Пол в слишком светлом тоне вызывает неприятные ощущения, связано это с тем, что поверхность создает впечатление неустойчивости и непрочности. Поверхность стен и оконного проема рекомендуется окрашивать в наиболее светлые цвета, дабы простенки по яркости в сравнении с окном создавали меньший контраст, и создавали больше света. Для хорошего восприятия каких-либо объектов учитывают, что светлые предметы визуальнo выделяются на темном фоне, и наоборот. Если в течении длительного времени глаз вынужден фокусироваться на каком-либо объекте, ему необходим «перерыв» в виде контрастирующего цветового пятна (окраска поверхности, декоративные элементы). Полный ахроматизм также утомителен для глаза как чрезмерная перенасыщенность цвета.

Каждое помещение нуждается в определенном оформлении с иными решениями. Кабинет, библиотека, аудитории должны настраивать на размеренный, подчиненный определённым правилам рабо-

чий ритм. Содействует этому, к примеру, синий, но помещение станет излишне «холодным», если присутствие такого цвета будет завышено. Избежать этого можно с помощью добавления светло-коричневого, льняного, терракотового цвета. Также хорошо справиться с задачей вовлечения в работу также цвет зеленый: он снижает чувствительность к шуму и способствует умственному труду, не «охлаждая» стены. Общественные зоны лучше делать ярче и потеплее, такая обстановка располагает к общению, а в зонах для отдыха и расслабления стоит отдать предпочтение приглушенным, спокойным оттенкам с акцентами. Для учебного помещения подходит средневолновая гамма - от желтого до голубого - это оптимальные цвета, так как эти цвета являются физиологически оптимальными. Если в аудитории работы направлены на общую собранность, напряжение и внимание, то преимущественно используются малоконтрастные теплые желтые тона и голубовато-зеленоватые холодные оттенки.

Учитывая данные аспекты можно достигнуть не только высоких художественно-эстетических результатов, но и максимально комфортных условий для жизнедеятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рац, А.П. Основы цветоведения и колористики. Цвет в живописи, архитектуре и дизайне: курс лекций / А.П. Рац; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2014. – 128 с.
2. Буймистру, Т.А. Колористика: цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А.Буймистру. – Москва: Ниола-Пресс, 2010. – 236 с.
3. Миронова, Л. Н. Учение о цвете / Л.Н.Миронова. – Минск: Вышэйш. шк., 1993. – 463 с.
4. УО Полоцкий государственный университет [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.psu.by>

УДК 712.5; 635.39

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ФАСАДА**К. М. СТАРИКОВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. О. В. ЛАЗАРЕНКО)*

Наружное озеленение зданий применяют на протяжении многих столетий. Одним из первых примеров наружного озеленения были висячие сады Семирамиды, построенные еще до нашей эры из четырёх ярусов-платформ с растениями. В XVI веке в России устраивали «верховые» сады на крышах и террасах Московского Кремля, в XVIII веке в Санкт-Петербурге появился Висячий сад Малого Эрмитажа. Вертикальное озеленение фасадов в современном понимании появилось в 1938 году из «ботанический» кирпичей с проросшими растениями. В XX веке появились способы вертикального озеленения, основанные на достижениях гидропоники. Основными составляющими большинства конструктивных решений вертикального озеленения фасада являются: растения, субстрат, опорные элементы, ирригационная система полива (орошения) и удобрения растений.

Рассматривая современные конструктивные решения вертикального озеленения фасадов, можно сделать следующие выводы: системы требуют существенных затрат на их установку, организацию производства растений и систему полива или орошения, обслуживание в период эксплуатации, на проведение работ по реконструкции фасада. Кроме того, системы рассчитаны на использование теплолюбивых лиственных растений в теплом, влажном климате, что не приемлемо в широтах с умеренным климатом, в том числе и для Беларуси (Рис. 1) [1].

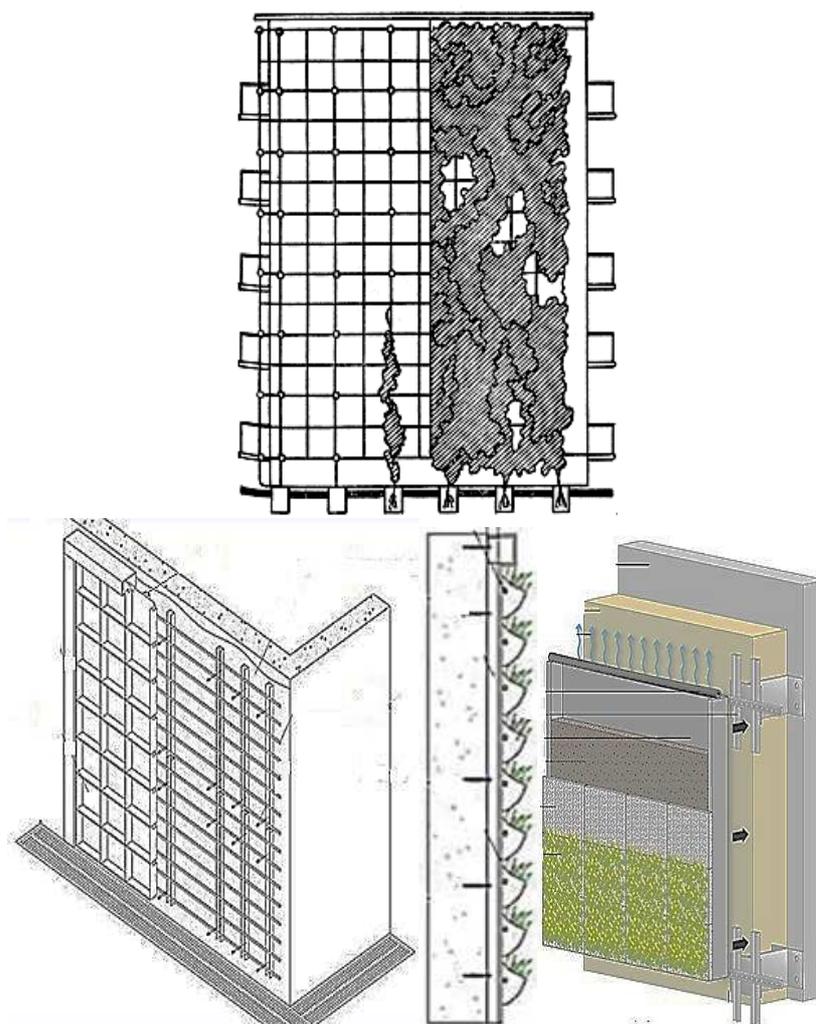


Рисунок 1. – Конструктивные решения современных систем для вертикального озеленения фасада

Альтернативой применению подобных систем может стать вертикальное озеленение фасадов путем устройства вентилируемой системы с облицовкой декоративными облицовочными плитами, панелями, которые будут являться биологическим субстратом для естественной колонизации и прорастания неприхотливых растений без дополнительного полива и орошения.

Оптимальными растениями для заселения субстрата в условиях умеренного климата являются мхи, которые в отличие от других растений размножаются спорами. Споры сохраняют жизнеспособность десятки лет, благодаря чему мхи способны селиться на почве, деревьях, других растениях, активно размножаются в карбонизированных субстратах, близких по составу цементным бетонам с водородным показателем рН7 [2].

На сегодняшний день известна разработка «биологического» бетона [3]. С целью снижения щелочности среды, в качестве субстрата был применен бетон на основе фосфатно-магниевого цемента. Разработаны навесные панели для вертикального озеленения фасада, состоящие из четырех слоев: гидроизоляция, несущий слой; слой субстрата для мха; наружный слой для поглощения и удерживания атмосферной влаги (Рис.2).

Отмечая оригинальность разработки, следует отметить, что применение фосфатно-магниевого цемента требует строгого регулирования скорости реакции цемента с затворителем - фосфорной кислотой и набора прочности: через 1 ч прочность на сжатие цементного камня составляет до 14 МПа, через 1 сутки до 150 МПа. Это потребует дополнительных технологических операций при производстве облицовочных панелей. Кроме того, применение фосфатно-магниевого цемента не только в Беларуси но и в России ограничено: в Беларуси данное вяжущее не производят, в России его выпускают для нужд стоматологии. Основными импортёрами являются Китай, Индия, Пакистан, стоимость 1 тонны цемента составляет 300÷1000\$. (Рис.2) [3].



Рисунок 2. – Навесная многослойная панель

Таким образом было принято решение использовать в качестве субстрата бетон на основе портландцемента, при условии обеспечения свойств цементного камня нормальных для развития мха.

Основными представителями мхов, адаптированных к произрастанию на субстрате, содержащем кальций: природные камни, бетон и другие искусственные конгломераты, являются кальцефилы. Характерными особенностями данной группы мхов являются: длительное сохранение жизнеспособности спор (при стабильных экологических условиях до ста лет), групповой рост в условиях отсутствия питательных веществ и почвенного слоя, быстрое поглощение и удержание влаги в листьях, устойчивость к замораживанию и нагреванию в интервале температур от минус 196°С до плюс 100°С [2].

К основным факторам, влияющим на биочувствительность цементной матрицы относятся состояние ее поверхности и макроструктура. Наиболее благоприятные условия для произрастания и развития мхов могут обеспечить ячеистые бетоны, макроструктура которых состоит из большого количества примерно одинаковых, равномерно распределенных по объему пор, разделенных минеральными перегородками. Наибольший интерес представляют неавтоклавные ячеистые конструкционно-теплоизоляционные бетоны, к которым относится пенобетон на основе портландцемента. Объем всех пор пенобетона колеблется в пределах 83÷86 %. Распределение видов пор в пенобетоне создает идеальные условия для произрастания мхов: открытая пористость обеспечит миграцию влаги внутрь изделий, закрытая - повышение эксплуатационную стойкость изделий из пенобетона.

Конструкционно-теплоизоляционный пенобетон получают в результате твердения растворной смеси, состоящей из портландцемента, воды, пенообразователя или готовой пены. Достоинства пенобетона: простая технология получения; небольшие энергозатраты на производство; возможность изготов-

ления изделий в заводских и в построечных условиях; разнообразие форм и видов получаемых изделий; высокая точность изготовления изделий – до 1,5 мм [4].

Закключение. Установлено, что применяемые в настоящее время конструктивные решения вертикального озеленения фасада имеют ограниченное применение в следствии высокой стоимости возведения и эксплуатации. Сделано предположение о возможности применения пенобетона на основе портландцемента в качестве субстрата для естественной колонизации мхов с последующим прорастанием. В связи с этим являются перспективными дальнейшие исследования, направленные на проектирование пенобетона со мхом, предназначенного для создания облицовочных элементов вертикального озеленения фасада.

ЛИТЕРАТУРА

1. История вертикального озеленения: от Семирамид до Патрика Бланка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vergardens.ru/istoriya-vertikalnogo-ozeleneniya.html>. – Дата доступа: 12.05.2020.
2. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные: в 2 т. / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский; под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Тэхналогія, 2004. – Т. 1 : Andreopsida–Bryopsida. – 2004. – 437 с.
3. Что такое биологический бетон: вертикальное озеленение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dwgformat.ru/2015/10/10>. – Дата доступа: 14.09.2019.
4. Юдович, Б.Э, Зубехин, С.А. Пенобетон: новое в основах технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://allbeton.ru/upload/iblock/72f/penobeton-novoe-v-osnovah-tehnologii-xyudovichm>. – Дата доступа: 08.05.2019.

УДК [691.327:666.973.6].002.611

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА
С ЕСТЕСТВЕННОЙ КОЛОНИЗАЦИЕЙ МХОВ
ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ФАСАДА**

К. М. СТАРИКОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. О. В. ЛАЗАРЕНКО)

Современные конструктивные и эксплуатационные решения систем вертикального озеленения фасада основаны на применении опорных элементов, на которых располагают: модули, плиты, панели, слои полимерной ткани с растениями в почвенном или питательном субстрате. Независимо от вида субстрата, к корням растений необходимо подавать питательные растворы или воду, что требует наличия ирригационной системы полива и усложняет процесс эксплуатации и реконструкции систем [1].

Наиболее эффективным вариантом может быть применение системы со встроенными декоративными модулями, плитами, панелями, в структуру которых внедрены растения [2].

Предпосылками для создания таких систем являются уникальные свойства мха: размножение жизнеспособными десятками лет спорами в карбонатных средах, лишенных почвы и питательных веществ и макроструктура неавтоклавного портландцементного пенобетона с объёмом 83÷86 %. Распределение пор в пенобетоне создает идеальные условия применения его в качестве субстрата для колонизации и прорастания мхов без полива и орошения.

Материалы и методика проведения исследований. Для изготовления декоративного неавтоклавного пенобетона использовались: портландцемент ПЦ 500-Д20 ОАО «Красносельскстройматериалы» с НГЦТ 26,6%; протеиновый пенообразователь FoamIn C кратность пены 80, стабильность пены 0,7-2,5 часа в количестве 1,1% от массы портландцемента. С целью снижения усадочных деформаций цементного камня [3], применяли обрезки кромки щелочестойкой стеклосетки ССШ-160(100) - 1800/1800 ОАО «Полоцк-Стекловолокно» с номинальной массой 160 г/м²; разрывной нагрузкой – 1800 Н в количестве 0,3% от массы портландцемента; мхи: гриммия, нифотрихум, схистидий, андрея, насыпная плотность 1300 кг/м³.

Расчет состава пенобетона проводили по методике разработанной Блещиком Н.П. [4]. Принят одинаковый состав пенобетонной смеси для разных мхов с условным обозначением М (Табл.1).

Таблица 1 – Состав пенобетонной смеси

Расход составляющих на м ³					
Ц, кг	М, кг	Ц:М	В, л	В/Ц	Раствор пенообразователя, л
140	260	1:2	180	0,78	0,026

Методика изготовления и испытания опытных образцов. Изготовление фибропенобетонных смесей осуществлялось в весенний период, учитывая благоприятный период для спороношения мхов, до приготовления смесей мхи хранились в морозильной камере. Мхи измельчали в лабораторной роторной мешалке WiseStir HS2-120A с размерами кусочков до 5мм. Для получения фибры отходы стеклосетки нарезали на отрезки размером 15×15 мм; 15×20 мм; 10×15 мм; 10×20 мм.

Приготовление пенобетонной смеси производили в лабораторной роторной мешалке WiseStir HS2-120A в следующей последовательности: перемешивали сухие компоненты - портландцемент, фибру; вводили измельченный мох, воду. Перемешивание материалов производили в течение 120±10 секунд до получения однородной смеси. После остановки мешалки в смесь заливали пенообразователь, продолжительность поризации 4 минуты.

Формование образцов проводилась по литьевой технологии в металлических формах с размером ребра 10×10×10 см и размером 4×12×16 см для каждого состава со мхами. Смесь уплотняли постукиванием формы и заглаживали поверхность линейкой. Формование образцов проводилась по литьевой технологии в металлические формы с размером ребра 10×10×10 см и размером 4×12×16 см для каждого состава М1÷М4. Смесь уплотняли постукиванием формы и заглаживали поверхность линейкой.

Твердение проводили по двум режимам согласно [5]. 1. В естественных условиях при температуре 20±2°С и относительной влажности более 90% до достижения 28-суточного возраста, поверхность образцов укрывали полиэтиленовой пленкой. 2. ТВО по сокращенному режиму: выдерживание заполненных форм в естественных условиях в течение 24ч; помещали в камеру ТВО, подъем температуры в течение 3-х часов со скоростью 5-60/ч. до 800С. После достижения температуры 800С, образцы из камеры

вынимали, укрывали поверхность полиэтиленовой пленкой, через 3 суток извлекали из форм. Твердение продолжали в естественных условиях при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности более 90% до достижения 28-суточного возраста.

Испытания образцов проводились по стандартным методикам, результаты испытаний приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства пенобетона

Состав	Вид мха	Уровень pH бетонной смеси	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа
M1	гриммия	6,8	398	0,581
M2	нифотрихум		405	0,590
M3	схистидий		380	0,510
M4	андрея		423	0,593

Таблица 4 – Интенсивность прорастания мхов

Состав	Вид мха	Интенсивность прорастания в естественных условиях твердения				Интенсивность прорастания в условиях ТВО			
		7 сут.	14 сут.	28 сут.	42 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.	42 сут.
M1	Гриммия	Прорастание не наблюдалось	Прорастание не наблюдалось	Тонкая плёнка из мха на поверхности	Прорастание с локальными участками из плёнки мха	Тонкая плёнка из мха на поверхности	Прорастание с локальными участками из плёнки мха	Полное прорастание	
M2	Нифотрихум								
M3	Схистидий								
M4	Андрея								

Экспериментально установлено, уровень pH бетонной смеси близок к нейтральному водородному показателю pH7, что является нормальной средой для размножения мхов группы кальцефилов. Марка полученного пенобетона по средней плотности D400, класс по прочности на сжатие B0,5, что не противоречит требованиям, предъявляемым к материалам для устройства навесных фасадных систем. Осмотр наружной поверхности образцов в возрасте 7 суток показал эффективность дисперсного армирования цементной матрицы: трещины отсутствуют.

Применение тепловлажностной обработки пенобетона по сокращенному режиму со мхами семейства кальциевых не только возможно, но и благоприятно для интенсивности прорастания: на весь период прорастания поддерживается влажная среда – идеальное условие для прорастания, повышенная на короткий промежуток времени температура влажной среды обеспечивает усиление спорообразования мхов. Разница в интенсивности прорастания мхов связана с их структурой, их всех рассмотренных мхов самое медленное прорастание у мхов семейства андреевых.

Закключение. Установлена возможность применения неавтоклавногo пенобетона для колонизации мхов. На основании разработанных составов пенобетона, режимов термообработки предлагается разработать однослойную облицовочная плита с размерами 300 - 400 x 400 ÷ 600 мм, толщиной 80мм. Возможно изготавливать отдельные декоративные элементы разных форм. Выпуск изделий может быть организован на базе предприятия по изготовлению изделий из неавтоклавногo пенобетона, с добавлением технологических операций по подготовке мха и фибры. Изделия могут быть использованы для вертикального озеленения фасада строящегося или реконструируемого здания, в виде сплошной облицовки, отдельных вставок в существующую облицовку в сочетании с теплоизоляцией (Рис.1).

Крепления плит можно производить крепежными элементами, используемыми при устройстве навесных вентилируемых фасадов.



Рисунок 1. – Применение декоративных плит для вертикального озеленения

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродач, М.И. Рынок зелёного строительства в России / М.И. Бродач, Г.А. Имз // Сб. науч. тр. / Орлов. гос. аграрный ун-т. – Орел, 2014. – Вып. 60: Здания высоких технологий. – С. 118–122.
2. Что такое биологический бетон: вертикальное озеленение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dwgformat.ru/2015/10/10>. - Дата доступа: 14.09.2019.
3. Парфенова, Л.М. Эффективность армирования бетонов волокнами нитрона /Л.М. Парфенова// Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. F, Строительство. Прикладные науки. – 2018. – № 8. – С. 88–92.
4. Блещик, Н.П. Методика расчета состава неавтоклавного ячеистого бетона / Н.П. Блещик, Д.В. Корыстин // Бетон и железобетон. – 2010. – № 6 – С. 55-58.
5. Романов, Д.В. Оптимизация режимов тепловлажностной обработки пенобетонов неавтоклавного твердения / Д.В. Романов, М.М. Мордич, О.Г. Галу-зо // Современные проблемы внедрения европейских стандартов в области строительства: материалы международ. научн.-метод. конф., Минск, 27-28 мая 2014 г. / БНТУ, Минск, 2014. – С.118-123.

УДК 72.01

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРЫ НА УРОВЕНЬ ПРЕСТУПНОСТИ

М. А. ТАРАСОВА, Т. А. ТАРАСОВА
(Представлено: Я. Д. ФИЛИППЕНКО)

И архитектурная среда, и регулирование отношений между людьми являются важной составляющей жизни общества, устанавливаются самими людьми и изменяются под действием их решений, влияют на жизнь в обществе, ее безопасность и комфортность. Одно из важнейших и неизученных средств контроля преступности – архитектура. В этой статье рассмотрено влияние архитектуры на уровень преступности.

Люди по всему миру существуют в среде как в продукте строительной деятельности, будь ее облик, функциональность и конструкции выверены до мелочей или же сформированы стихийно лишь из соображений защиты от природных воздействий. Они взаимодействуют со средой, воспринимают ее и испытывают определенные чувства и эмоции. К примеру, богатая отделка залов здания суда в независимости от цели его посещения создает у человека ощущение незначительности перед властью, сохраняющееся и нарастающее перед более могущественной силой. Торговые же помещения заранее оформляются так, чтобы ввести потребителя в гипнотическое состояние и заставить купить то, что ему не нужно. Прогулка по широкой улице однообразного спального район кажется мучительно медленной и скучной [1, с.11-12]. Таким образом, архитектура влияет на человеческую нервную систему посредством впечатлений, а с углублением знаний в сфере психологии и смежных дисциплин, изучающих процессы в мозгу, расширяется и их влияние на деятельность архитектора.

Регулирование отношений между людьми существует везде, но не во всех общественных образованиях оформлено в виде прописанных нормативно-правовых актов закона, а действует только в виде сложившихся исторически и связанных с национальным характером моральных ценностей, которые, в сущности, не являясь законом и не имея власти применения мер государственного принуждения, все же выполняют ту же функцию: и мораль, и закон призваны регулировать отношения между людьми, определять поведение человека в конкретных ситуациях [2], [3].

Преступность – это исторически изменчивое социальное и уголовно-правовое негативное явление, представляющее собой систему преступлений, совершенных на определенной территории в тот или иной период времени [4]. «Преступление, как и болезнь, – процесс, развертывающийся в пространстве и во времени и определяющийся одновременно характеристиками как самого человека, так и условиями среды» [5]. Архитектурная среда - та часть нашего окружения, которая образована архитектурно (художественно) обоснованными объемно-пространственными структурами, системами оборудования и благоустройства, объединенными в целостность по законам художественного единства [6]. Формирование качественной и удобной архитектурной среды полностью зависит от архитекторов и строителей, то есть подвержено возникновению объективных норм и правил и субъективных впечатлений и ощущений.

Таким образом, и архитектурная среда, и регулирование отношений между людьми являются важной составляющей жизни общества, устанавливаются самими людьми и изменяются под действием их решений, влияют на жизнь в обществе, ее безопасность и комфортность. Гипотезой данной работы является предположение, что данные сферы жизнедеятельности связаны теснее, чем предполагается, и взаимно влияют друг на друга, а значит уровень преступности может быть отрегулирован с помощью изменений в архитектурной среде и работе таких областей, как архитектура, юриспруденция и психология. Целью научной работы является разработка путей снижения уровня преступности с помощью реформирования архитектурной среды. Определены задачи и вопросы, которые будут освещены в работе: 1. Установить взаимосвязь между архитектурной средой и уровнем преступности, выявить степень влияния первого на второе. 2. Определить соотношение между созданными средами в определенных странах и уровнем преступности в них. 3. Сравнить показатели уровня преступности в разных странах. 4. Изучить, какие факторы оказывают наибольшее влияние на формирование личности преступника. 5. Определить влияние на индивида образов, функционала и способов размещения зданий разной типологии от жилья до производств. 6. Проанализировать примеры взаимодействия архитектурной среды и преступности. 7. Привести варианты решений по снижению уровня преступности с помощью архитектурной среды. Актуальность данной темы заключается в ориентации государственных образований на создание среды, комфортной, безопасной и благоприятной с точки зрения физического и психологического развития человека. Внедрить данную работу возможно в учебный процесс кафедры «Архитектура», в учебный процесс кафедры уголовного права и криминалистики, в проектные бюро и организации.

Архитектура может выступить сдерживающим средством для преступности. Преступление можно не останавливать, а предотвращать. К примеру, на момент 2001 года на территории США в полицию обращалась лишь треть потерпевших от всего количества преступлений [7], что доказывает несостоятельность правоохранительной системы в попытках задержать девианта, когда преступление уже совершено. При этом тюрьмы не пугают осужденных, зачастую выступая единственным решением проблем их социального обеспечения. Кроме того, заключение выступает своеобразным местом освоения преступного мастерства.

Нейробиолог Антонио Дамасио в своем исследовании взаимосвязи между логическими и эмоциональными зонами головного мозга человека сделал выводы, что эмоции играют ключевую роль в регулировании рационального поведения. Зоны, отвечающие за чувства, находятся в связи с теми, в которых формируются восприятие и память, что дает возможность воздействовать на людей с помощью окружающей среды [1], [8]. В середине 20 века Верноном Маунткласом были открыты зеркальные нейроны. Они отвечают за отклик мозга на действия, чувства и эмоции других людей. В ходе эксперимента выяснили, когда человек видит, как экспериментатор берет в руку апельсин, у него возбуждались те же нейроны, которые «включались», когда он проделывал это сам. Тема зеркальности поведения относительно архитектурной среды раскрыта в следующем.

Взаимосвязь окружения и поведения человека отражена в «теории разбитых окон», сформулированная в 1982 году американскими социологами Джеймсом Уилсоном и Джорджем Келлингом. Ее простая формулировка: «Если в здании разбито одно стекло и никто его не заменяет, то через некоторое время в этом здании не останется ни одного целого окна». Этому есть экспериментальные доказательства. Нидерландские социологи провели эксперимент, заключающийся в следующем: с велосипедной стоянки возле магазина убрали урны и на рули велосипедов повесили рекламные листовки. Стали наблюдать – сколько народа бросит флаеры на асфальт, а сколько постесняется. Стена магазина, возле которого припаркованы велосипеды, была идеально чистой. Листовки бросили на землю 33% велосипедистов. Затем эксперимент повторили, предварительно размалевав стену бессодержательными рисунками. Намусорили уже 69% велосипедистов [9]. Хендрикс и Белл в США изучили 400 продовольственных магазинов. Различие между ограбленными и нет заключалось в расстоянии до ближайших граффити, являющихся свидетельством того, что никого не заботит то, что происходит в этом месте [10].

В американской практике существует аббревиатура CPTEd, расшифровывающаяся как «предотвращение преступлений с помощью дизайна окружающей среды» («Crime prevention through environmental design»). В комплекс изучения этого вопроса входит тест «SAT», предьявляемый пространствам. Он включает три вопроса, которые задает себе преступник на определенной территории: 1. Видимость (Увидят ли меня?), 2. Доступ (Как легко я смогу попасть сюда и выбраться отсюда?), 3. Территориальность, чувство собственности (Есть ли кому-то дело до того, что происходит здесь?) [10].

1. Видимость. По исследованиям, проводившимся в университете Юты [11], жилые дома чаще подвержены ограблению, если их градостроительное положение снимает их с оси видимости соседних жилых образований. Если преступник знает, что находится в зоне видимости, то риск совершения преступления снижается, что доказывает снижение преступлений на 56% в США после установки камер слежения в магазинах [10]. Проникновение в жилище происходит с боков домов, так как они просматриваются хуже, чем выходящий на улицу парадный фасад. Магазины, интерьер которых просматривается с улицы через окна менее подвержены ограблениям.

2. Доступность. Дома с низкими заборами или без них больше подвержены ограблениям, чем дома с ними. Добавление забора и освещения на нижнем уровне парковки в жилом доме в Огайо привело к 50% снижению ограблений в нем [10].

3. Территориальность. Дома, по которым трудно определить владельца, близкие здания больше подвержены ограблениям. Выразительный архитектурный образ олицетворяет проживающего в доме человека, является символическим барьером для преступника [10]. Примером может служить комплекс Пруитт-Айгоу в Сент-Луисе. После заселения сразу же превратился в криминальный район. Оскар Ньюман утверждает, что одна из ошибок – проектирование общего пространства, всегда пустующего и заброшенного. Жители не имели чувства собственности, не считали, что место принадлежит им [1].

Видимость, доступность и территориальность работают вместе как факторы, но и оказывают влияние друг на друга. К примеру, если забор при жилом доме низкий по высоте, он выполняет территориальную функцию, подчеркивая чувство собственности проживающих здесь, но в качестве защиты не проходит пункт «Доступность» в тесте SAT, так как легко подвергается проникновению. Чем выше забор, тем меньше доступность для преступника, но и меньше видимость. Высокие заборы могут дезинформировать: жителей домов с высокими заборами не заботит то, что происходит за ним, значит территория опасна, а преступность ожидаема. Решетка на окнах также может сигнализировать о небезопасности района [10].

Таким образом, архитектурная среда влияет на мышление, самочувствие и поведение человека, а значит, влияет и на формирование личности и поведенческие особенности преступника. Это влияние может быть как положительным, так и отрицательным. Изменив окружающую среду, архитектор в некоторой степени может снизить уровень совершаемых правонарушений, помочь обнаружить преступника, предотвратить преступление, а в определенных случаях предотвратить даже становление личности правонарушителя. Преобразования могут осуществляться во всех типах объектов архитектуры и градостроительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эллард, К. Среда обитания: Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие / К. Эллард; Пер.с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2016.
2. Додонов, В.Н. Большой юридический словарь / В.Н. Додонов, В. Д. Ермаков, М. Крылова – Санкт-Петербург: Инфра-М, 2001.
3. Мораль и закон: вечные конкуренты / Алексей Киселев / Center-bereg [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <https://center-bereg.ru/1485.html>. – Дата доступа: 19.03.2020.
4. Криминология : Учебник / Под ред. Н. Ф. Кузнецовой, В. В. Лунева. — 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Волтерс Клувер, 2004. — 640 с — ISBN 5-466-00019-1. (Глава IV. Преступность. С. 90–119. Автор главы — Кузнецова Н. Ф.).
5. Лозовская С.А., Изергина Е.В., Косолапов А.Б., Гилаури Т.Н. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И СОЦИАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ // Успехи современного естествознания. – 2016.
6. Понятие об архитектурной среде// Студопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studopedia.info/1-17630.html>. - Дата доступа: 19.03.2020.
7. U.S. DEP'T OF JUSTICE, CRIMINAL VICTIMIZATION IN THE UNITED STATES 1999, at 96 tbl.91 (2001), at <http://www.ojp.usdoj.gov/bjs/pub/pdf/cvus99.pdf> (estimating that 36.3% of crimes are reported).
8. Damasio, A. Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain / A. R. Damasio – New York: Putman Publishing, 1994.
9. Теория разбитых окон// Психологос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.psychologos.ru/articles/view/teoriya-razbityh-okon> - Дата доступа: 07.05.2020.
10. CPTEd: Crime and Design// YouTube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=CF_V2S6i30c. - Дата доступа: 07.05.2020.
11. Brown B. (University of Utah), Altman B (University of Utah) / Territoriality, defensible space and residential burglary: an environmental analysis / Journal of Environmental Psychology, 3 (3), 203-20. – 1983.

УДК 72.012

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕФОРМИРОВАНИЮ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ**

М. А. ТАРАСОВА, Т. А. ТАРАСОВА
(Представлено: Я. Д. ФИЛИППЕНКО)

Архитектурная среда влияет на формирование личности и поведенческие особенности преступника. Изменив окружающую среду, архитектор может снизить уровень совершаемых правонарушений. В данной статье будут представлены рекомендации по реформированию архитектурной среды для предотвращения преступлений.

Преступления совершаются на определенной территории, в здании или сооружении. В комплексе изучения вопроса предотвращения преступлений с помощью дизайна окружающей среды входит тест «SAT», предъявляемый пространствам. Он состоит из трех вопросов. Попадая на территорию совершения преступления, правонарушитель ставит следующие вопросы: 1. Видимость (Увидят ли меня?), 2. Доступ (Как легко я смогу попасть сюда и выбраться отсюда?), 3. Территориальность, чувство собственности (Есть ли кому-то дело до того, что происходит здесь?) [1].

Стоит охарактеризовать исследования каждого из этих аспектов.

1. Видимость. По исследованиям, проводившимся в университете Юты [2], жилые дома чаще подвержены ограблению, если их градостроительное положение снимает их с оси видимости соседних жилых образований. Если преступник знает, что находится в зоне видимости, то риск совершения преступления снижается, что доказывает снижение преступлений на 56% в США после установки камер слежения в магазинах [1]. Проникновение в жилище происходит с боков домов, так как они просматриваются хуже, чем выходящий на улицу парадный фасад. Магазины, интерьер которых просматривается с улицы через окна менее подвержены ограблениям.

2. Доступность. Дома с низкими заборами или без них больше подвержены ограблениям, чем дома с ними. Добавление забора и освещения на нижнем уровне парковки в жилом доме в Огайо привело к 50% снижению ограблений в нем [1].

3. Территориальность. Дома, по которым трудно определить владельца, близкие здания больше подвержены ограблениям. Выразительный архитектурный образ олицетворяет проживающего в доме человека, является символическим барьером для преступника [1]. Примером может служить комплекс Пруитт-Айгоу в Сент-Луисе. После заселения сразу же превратился в криминальный район. Оскар Ньюман утверждает, что одна из ошибок – проектирование общего пространства, всегда пустующего и заброшенного. Жители не имели чувства собственности, не считали, что место принадлежит им [3].

Видимость, доступность и территориальность работают вместе как факторы, но и оказывают влияние друг на друга. К примеру, если забор при жилом доме низкий по высоте, он выполняет территориальную функцию, подчеркивая чувство собственности проживающих здесь, но в качестве защиты не проходит пункт «Доступность» в тесте SAT, так как легко подвергается проникновению. Чем выше забор, тем меньше доступность для преступника, но и меньше видимость. Высокие заборы могут дезинформировать: жителей домов с высокими заборами не заботит то, что происходит за ним, значит территория опасна, а преступность ожидаема. Решетка на окнах также может сигнализировать о небезопасности района [1].

Отвечая на эти параметры и анализируя соответствующие примеры, можно сформировать определенные рекомендации по реформированию архитектурной среды для предотвращения преступлений:

1. Видимость [4,13]:

– стоит проектировать окна с видом на тротуары и парковки (проезжающие транспортные средства, проходящие пешеходы, а также выглядывающие из окон на окружающую территорию жильцы будут определенным активом наблюдения);

– необходимо создавать ландшафтные проекты, которые обеспечат наблюдение, особенно в непосредственной близости от обозначенных точек входа и возможных точек входа;

– стоит устанавливать самое короткое из возможных ограждение с наименьшим ограничением видимости в данной ситуации;

– использование сплошного остекления в общественных зданиях, особенно у входов в них, повышает показатели обзорности территории постройки;

- при дизайне освещения необходимо избегать образования слепых пятен, хорошо освещать потенциально проблемные зоны: дорожки, входы, выходы, лестницы, парковочные места, банкоматы, телефонные киоски, почтовые ящики, автобусные остановки и т.д.;
- избегать создания неосвещенных закрытых лестничных клеток, так как это критические области с плохой видимостью и легкий путь побега;
- избегать слишком яркого, слепящего освещения городских территорий;
- учитывать высоту осветительных элементов при дизайне так, чтобы они освещали лица идущих по улице людей;
- изогнутые улицы могут помочь видимости, так как имеют множество видовых точек на входы домов, а также создают сложный для следования путь побега.

2. Доступ [4,5]:

- стоит четко обозначать входы в здание, не создавать лишних, легкодоступных и не обозреваемых входов и выходов;
- в общественных туалетах вместо дверей в помещение рекомендуется создавать лабиринтные входы под 90°. Это снижает чувство изоляции и помогает улучшить аудиальное распространение предупреждающих сигналов;
- можно использовать низкие колючие кусты в качестве озеленения под окнами зданий, а также вьющиеся колючие растения по ограждению;
- в дизайне фасадов стоит избегать элементов (слишком выступающих карнизов, чересчур рельефной поверхности стен), позволяющих пробираться на крыши и верхние этажи;
- стоит использовать заборы, не препятствующие видимости, но достаточно высокие. Это могут быть декоративные металлические заборы без сплошной стены ограждения.

3. Территориальность [4, 5]:

- следует создавать общественные места рядом с жилыми образованиями для формирования добрососедских отношений и выработки чувства собственности по отношению к своей территории;
- исследования показывают [1,5], что открытые пространства с большим количеством озеленения более привлекательны, более безопасны и более вероятные для использования, чем аналогичные территории без деревьев;
- разработка указателей на улице формирует чувство собственности, свидетельствует о том, что люди ориентируются на этой территории и знают, что здесь находится;
- индивидуальную деятельность рекомендуется выделять в отдельные зоны;
- определенный архитектурный стиль, композиция и образ застройки формируют более привлекательную среду, укрепляют чувство ответственности и являются своеобразным символом жильцов;
- стоит избегать цепного ограждения и ограждения, так как они создают впечатление отсутствия физического нахождения и чувства ответственности;
- размещение малых архитектурных форм в местах общего пользования привлекают людей, заставляют их чувствовать принадлежность и привязанность к определенному месту;
- следует внедрять в городскую среду застройку малой и средней этажности для формирования более сплоченных соседских сообществ, но сохранять многоэтажное строительство с учетом организации близ него мест тяготения людей и общественного совместного отдыха. Урбанист Чарльз Монтгомери в своей книге «Счастливый город» утверждает, что город должен стимулировать аффилиативное поведение жителей с помощью общественных пространств, располагающих к налаживанию дружеских связей, а также зеленых зон и малоэтажных комплексов [6].

Таким образом, окружающая среда влияет на психику человека, а значит влияет и на уровень преступлений, ведь их совершают люди. Конечно, архитектурная среда не может предотвратить все преступления, но подход к строительству с учетом характеристик мест преступлений, с учетом воздействия архитектурных форм и стилей на мозг человека и формирование психики с детства, с ориентацией на формирование добрососедских отношений, общественных мест с большой концентрацией межличностных коммуникаций, повышение чувства собственности с помощью организации дворовых пространств, полного благоустройства населенных пунктов и облика застройки может снизить уровень преступности.

ЛИТЕРАТУРА

1. CPTED: Crime and Design// YouTube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=CF_V2S6i30c. - Дата доступа: 07.05.2020.

2. Brown В. (University of Utah), Altman В (University of Utah) / Territoriality, defensible space and residential burglary: an environmental analysis / Journal of Environmental Psychology, 3 (3), 203-20. – 1983.
3. Эллард, К. Среда обитания: Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие / К. Эллард; Пер.с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2016.
4. Crime prevention through environmental design// Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Crime_prevention_through_environmental_design#History. - Дата доступа: 07.05.2020.
5. Neal Kumar Katyall/ Architecture as Crime Control/ Yale Law Journal, Vol. 111, 2002-199с.
6. Монтгомери Ч./ Счастливый город. Как городское планирование меняет нашу жизнь/ Манн, Иванов и Фербер, 2018 – 368с.

УДК 72.012.22

**ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ОПАСНОСТЬ СРЕДЫ В ЧАСТНОМ СЕКТОРЕ
ГОРОДА НОВОПОЛОЦКА**

М. А. ТАРАСОВА, Т. А. ТАРАСОВА
(Представлено: Я. Д. ФИЛИППЕНКО)

Для городов Беларуси актуально повышение внимания к предотвращению преступлений с помощью архитектуры и дизайна. Все территории могут быть проанализированы с помощью теста «SAT». В этой статье рассмотрена потенциальная опасность среды в частном секторе по улице Полевая города Новополоцка на соответствие условиям «SAT».

Одним из условий безопасности городской среды является ее соответствие пунктам теста «SAT». Аббревиатура расшифровывается как «Surveillance, Access, Territoriality», что можно перевести на русский язык как «Видимость, Доступность, Территориальность» [1]. Тест включает три вопроса, соответствующие каждому из пунктов. Эти вопросы преступник, оказавшись на определенной территории, задает себе в момент совершения правонарушения:

1. Видимость. Увидят ли меня?
2. Доступность. Как легко я могу попасть сюда и выбраться отсюда?
3. Территориальность. Есть ли кому-то дело до того, что происходит здесь?

Для исследования территории в городе Новополоцке были выбраны индивидуальные жилые дома в частном секторе по улице Полевая. Для анализа не учитывался существующий уровень преступности в этой части города. Территория представляет интерес как потенциальное место совершения преступления и предмет возможности изучения и реформирования для предотвращения возможного правонарушения. Анализ проводился по схеме, представленной профессором университета Джорджии, США, Расселом Джеймсом [1].

Для анализа были выбраны два дома по улице Полевая. Один располагается в центре застройки, он окружен соседними участками со всех сторон. Второй находится на периферии, в отдалении, и его участок граничит лишь с одним соседом.

На рисунке 1 представлен анализ жилого дома, находящегося в центральной части застройки.

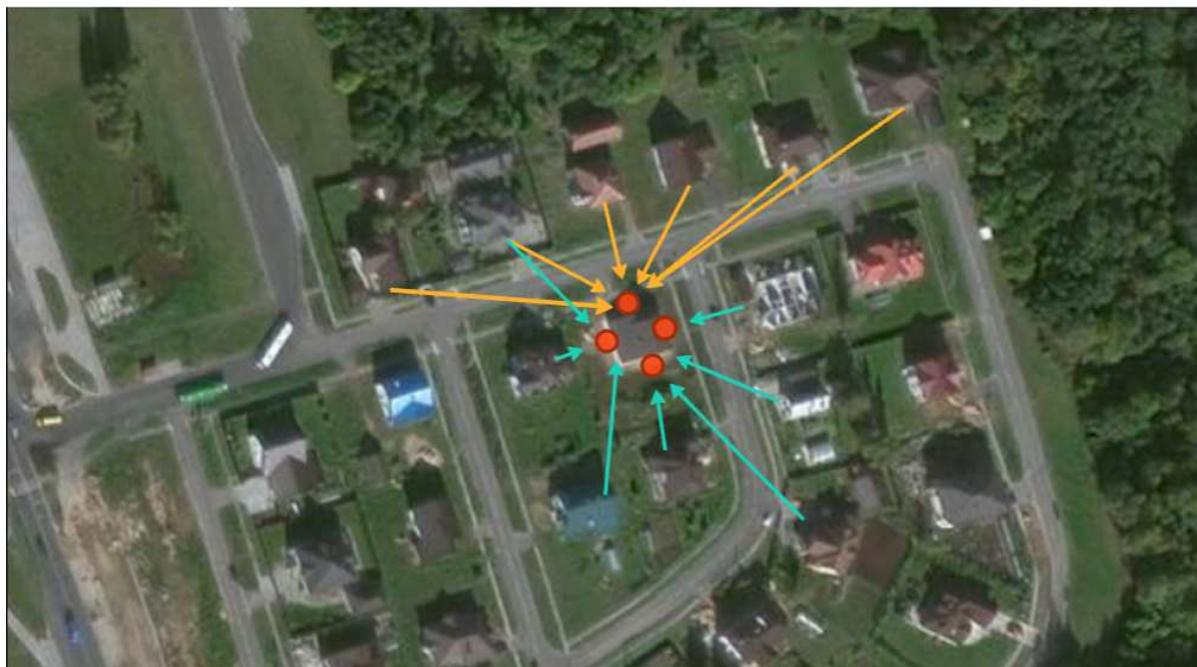


Рисунок 1. – Анализ дома в центре застройки по улице Полевая

Красными точками выделены потенциальные места проникновения в дом (дверные и оконные проемы). Как видно на рисунке, они находятся по всем четырем сторонам здания. Главный вход ориентирован на север, он обозревается с главных фасадов шести домов. Главные линии обзора на рисунке выделены желтыми стрелками. Соседи, выходя из своего дома или же возвращаясь в него, беспрепятственно обозревают главный вход анализируемого дома. Проезжающие по улице Полевой машины и велосипедисты, а также гуляющие вдоль нее люди могут обозревать три фасада дома: северный, восточный и западный. На момент проведения анализа на территории нет достаточно высокого ограждения, чтобы ограничивать обзор потенциальных точек попадания в дом. Дополнительные входы с восточного, западного и южного фасадов обозреваются семью домами. Вспомогательные линии обзора на рисунке выделены голубыми стрелками. Соседи, находясь в своих домах, могут обратить внимание на окна и выходы во двор анализируемого дома. Пешеходная дорожка и улица позволяют движущимся машинам и гуляющим людям обозревать постройку со всех сторон. Территориальность дома подчеркнута тем фактом, что здание находится в частном секторе и поддерживается лично хозяевами.

Таким образом, дом в центральной части частной застройки в сумме обозревается двенадцатью домами, а также двигающимися вдоль улицы машинами и пешеходами. При условии поддержания хорошего состояния участка, он может быть безопасным. Возможные рекомендации затрагивают вопрос доступности. Для ограничения попадания на участок можно установить высокое, но не глухое ограждение, не препятствующее обозреванию дома, оформить группы цветов, деревьев и кустарников средней и низкой высоты. Рекомендуется выбирать растения с пирамидальной, конусовидной, колоновидной формой кроны, а также растения с любым видом кроны, если крона принадлежит к легкому сквозистому типу [2].

На рисунке 2 представлен анализ жилого дома, находящегося в отдалении на периферии территории.



Рисунок 2. – Анализ дома на периферии застройки по улице Полевая

Красными точками выделены потенциальные места проникновения в дом (дверные и оконные проемы). Как видно на рисунке, они находятся по всем четырем сторонам здания. Главный вход в здание ориентирован на юг и обозревается с главных фасадов трех соседних домов. Главные линии обзора на рисунке выделены желтыми стрелками. Здесь так же, как и в предыдущем случае, соседи, выходя из своего дома или же возвращаясь в него, беспрепятственно обозревают главный вход анализируемого дома. Главный и западный фасад могут обозреваться пешеходами и пассажирами автотранспорта, двигающимися вдоль улицы Полевой. Соседний дом с запада от анализируемого дома также может обозревать южный и западный фасады анализируемого здания. С северной и восточной сторон дом граничит с лесным массивом, что лишает два фасада обзора и значительно повышает риск проникновения с этих сторон. Красными стрелками на рисунке обозначены возможные пути доступа в здание. Соседи не могут

обозревать северный и восточный фасады, вдоль них не проходит ни улица, ни пешеходная дорожка. Лесной массив, прилегающий к участку, не благоустроен, не имеет пешеходных путей, не является местом для прогулок, а значит, при желании, в нем легко скрыться и выйти из зоны наблюдения. Территориальность на момент проведения анализа не обозначена забором или растительными композициями, однако подчеркнута тем фактом, что здание находится в частном секторе.

Таким образом, дом на периферии застройки в сумме обозревается четырьмя домами, что делает его более уязвимым для выбора потенциальным преступником. В близлежащем лесу легко скрыться и остаться незамеченным. Пешеходы, велосипедисты и автомобилисты могут обозревать лишь два фасада анализируемого здания. Возможные рекомендации затрагивают все вопросы теста «SAT». Для повышения видимости рекомендуется устроить пешеходную и велосипедную дорожки за домом для обзора фасада, выходящего во двор, повысить благоустройство прилегающей к домам части леса, превратив ее в место для прогулок и отдыха людей. Для повышения территориальности и ограничения доступа на участок можно установить глухой забор (забор из бессера, деревянный забор) или забор с малым количеством просветов (деревянный забор, забор из металлического штакетника) с северной и восточной сторон дома [3]. Возможна установка камер видеонаблюдения и дополнительного освещения участка и прилегающей территории с уязвимых сторон. Также для повышения территориальности можно организовывать растительные композиции из различных видов цветов, деревьев и кустарников.

Таким образом, в городах Беларуси, в данном случае в городе Новополоцке, существуют территории с неблагоприятным с точки зрения потенциального правонарушения расположением, однако даже невыгодное местонахождение домов в застройке в некоторой степени может быть компенсировано с помощью индивидуальных и общегородских рекомендаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. CPTED: Crime and Design// YouTube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=CF_V2S6i30c. - Дата доступа: 27.09.2020.
2. Плотность кроны// Studfiles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/7205732/page:7/>. - Дата доступа: 27.09.2020.
3. Виды заборов// Vseostroyke [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vseostroyke.by/vidy-zaborov/>. - Дата доступа: 27.09.2020.

УДК 72

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПАМЯТНИКОВ ИСТОРИИ И АРХИТЕКТУРЫ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ УСАДЬБЫ ГРЕБНИЦКИХ В ОБОЛИ

Ю. В. ТУЗОВА

(Представлено: канд. арх., доц. Г.И. ЗАХАРКИНА)

В Витебской области сохранились 62 исторические усадьбы. Особый интерес с точки зрения архитектуры вызывает усадьба Гребницких в Оболи, которая имеет определенные архитектурно-конструктивные особенности, характерные для многих подобных сооружений той эпохи.

Введение. Памятники архитектуры в стране разнообразны по своим стилистическим и конструктивным особенностям из-за сложившихся исторических условий: территория Беларуси долгое время находилась в составе других государственных образований. Особым явлением в белорусской архитектуре являются дворцово-парковые ансамбли, получившие свое развитие с XVIII века. Уникальны они тем, что способны отразить «образ мира» определенной эпохи посредством синтеза архитектуры, изобразительного и садово-паркового искусства.

В Витебской области сохранились 62 дворцово-парковых ансамбля. По-своему уникальной является усадьба Гребницких в Оболи. Так произошло, что она оказалась за пределами списка историко-культурных ценностей. После прошедшего в 90-х годах прошлого века сильного пожара, здание находится в полуразрушенном состоянии и, к сожалению, о его восстановлении в ближайшее время речи не идет.

Объемно-планировочные особенности усадьбы Гребницких. Было установлено, что Станислав Гребницкий, представитель могущественного польского рода шляхтичей, построил в начале XIX в. в своем родовом имении в Оболи двухэтажное здание в стиле классицизма (Рис.1) [1, 2, 3].



Рисунок 1. – Усадьба Гребницких в Оболи (фото XX в.)

Классицизм на белорусской земле оказался самым популярным в развитии европейского искусства стилем, охватившим практически столетие (с 1760-х по 1830-е годы) и подарившим нам большое наследие в виде уникальных произведений и памятников архитектуры.

Классицизм в тот период был очень популярным, многие дворцово-парковые комплексы возводились в этом архитектурном стиле. Выбор в пользу классицизма для белорусского дворянина XVIII-XIX вв. неслучаен. Стиль этот, по своей сути строгий и аскетичный, выбирали дворяне, которые стремились показать в повседневной жизни рыцарское, патриотичное поведение. Дома их были обставлены богато, но без излишних изысков [4].

Классический облик дворцово-паркового комплекса в белорусскую архитектуру привнес итальянский архитектор Карло Спампани [5], работавший на территории нашей страны в 1780-е годы. Дом дворянина середины 18-19 вв.- компактный, прямоугольный в плане, с портиком на главном фасаде

и флигелями, соединенными с главным зданием колоннадами. Комплекс включал в себя также сады с самыми разнообразными насаждениями, создававшими высокохудожественные пейзажи. Как правило, формирование таких садов осуществлялось на основе существующих лесных массивов с частичной вырубкой и посадкой новых экзотичных растений.

Эти принципы можно увидеть в усадьбе в Оболи. Здание усадьбы Гребницких было прямоугольным в плане - 38 м. в длину и 18 в ширину [2]. Построено оно было из красного кирпича и покрыто штукатуркой. Здание было двухэтажным и завершалось гладкой вальмовой крышей. Северный фасад усадьбы выходил на панский двор, южный – в сторону сада с огородом и реки.

Вызывает интерес расположение усадьбы, несвойственное тому времени. Здание стояло на склоне напротив реки с достаточно крутым рельефом с перепадом высот около двух метров. Это позволило архитектору организовать с северной стороны удобный подъезд и главный вход в здание на уровне первого этажа, а с южной стороны – выступающий цокольный этаж с удобной связью с огородом и садом. Особенным в Обольской усадьбе было и то, что противоположные друг другу фасады были практически идентичными. Но если бы не расположение усадьбы на перепаде высот, здание казалось совсем одинаковым со всех сторон и скучным.

Основным украшением северного и южного фасадов были очерченные двумя пилястрами четырехколонные портики с фронтонами. Круглые и гладкие дорические колонны диаметром 86 сантиметров были сложены из красного кирпича и оштукатурены. Соотношение диаметра нижней части колонны к высоте составляет 1/7- это классическое соотношение размеров в тосканском ордере. Капители колонн имеют элементы, также относящиеся к тосканскому ордере.

Нижняя часть колонны (база) решена в виде круглого в плане плинта, что также нехарактерно для дорического ордера: в нем базы, как правило, нет. Антаблемент опирается на квадратные абаксы и состоит из архитрава, фриза с триглифами и карниза с крупными дентикулами (декоративными прямоугольными вырезами), располагающимися прямо над триглифами. Под триглифами местами сохранились гутты (выступы в виде усеченных конусов).

Колонны поддерживали широкие полосы антаблементов, покрытых триглифовыми фризами. Между центральными колоннами находились балконы, поддерживаемые кронштейнами, которые были обильно украшены. Завершают портики треугольные фронтоны с полукруглыми арочными проемами. Поверхность тимпана сейчас гладкая, хотя согласно воспоминаниям Адама Гребницкого, от арки по нему расходились рельефные лучи [6]. На карнизах фронтона тоже находятся дентикулы, расположенные с тем же шагом, что и на карнизе антаблемента. На плоскостях стен на северном и южном фасадах соответственно крайним колоннам портиков располагаются пилястры шириной 75 см. Порттик, находящийся на южном фасаде, располагается на более высоком уровне, от этого весь фасад кажется более величественным и монументальным, если сравнить его с главным фасадом.

Боковые фасады украшены не так сильно, как главный и дворовой. Ровные линии фасадов лишь разрежены широкими неглубокими нишами в полкирпича, образованными ризалитами. Периметр всех фасадов украшают профилированные карнизы.

Перед усадьбой с северного фасада раскинулся большой парадный двор с газоном. По обе стороны от дома располагались хозяйственные постройки, а во дворе усадьбы находился парк, выходивший к реке. Посреди сада было оставлено пространство, непокрытое деревьями, специально для того, чтобы любоваться из террасы и окон полями, лугами и лесами, располагавшимися за рекой. Сад был засажен березами, липами, ясенями, также были высажены различные декоративные кустарники.

Внутренняя планировка также имела центричный характер. При этом более высокий первый этаж был отдан в большей степени под парадные помещения, второй – под жилые комнаты, а цокольный использовался для хозяйственных нужд. Планировка усадьбы бала анфиладной - характерной для того времени. Анфиладная планировка представляет собой последовательное размещение помещений, как бы «нанизывание» их друг на друга. При этом двери находятся на одной уровне, что позволяет сделать интерьеры здания более просторными и величественными.

Архитектурно-конструктивные особенности усадьбы Гребницких. Как отмечалось ранее, здание в стиле классицизма было прямоугольным в плане со сторонами 38 метров по длине и 18 метров по ширине.

Главный вход в здание осуществляется через портик, который опирается на платформу крыльца высотой 40 см [7]. На южном фасаде вследствие перепада высот имеется выход на высокий цокольный этаж. Колоннада портика здесь опирается на постамент цоколя высотой 2,2 метра с тремя арочными проходами шириной 190 см. и высотой 170 см (Рис. 2). Этот постамент образует на уровне первого этажа террасу размерами 2,5 м x 11,3 м. Под террасой находится сквозной продольный проход шириной 85 см. через который можно было попасть в помещения цоколя.



Рисунок 2. – Портик со стороны южного фасада

На втором этаже в пространствах портиков с двух сторон над входами были балконы. Сейчас от них мало что осталось: хорошо сохранились лишь чугунные консоли, поддерживавшие балконы, красивые кованые балконные ограждения над главным входом были утеряны, хотя существовали ориентировочно до 2007 года.

Вполне очевидно, что конструктивная система здания была стеновой. Выявлено, что основными несущими стенами были стены продольные. Толщина наружных стен - около 85 см, внутренних – 40 и 50 см. Толщина стен цоколя - 90 см. Все фасады выложены с угловыми ризалитами в полкирпича. Такой прием выгоден и с точки зрения эстетики, и с точки зрения теплоизоляции: утолщение угловых стен обеспечивает более благоприятный температурный режим в угловых помещениях, а также способствует большей выразительности довольно простых и малопримечательных фасадов (особенно восточного и западного). Примечательно также то, что ризалиты на всех фасадах декорированы расшивкой под квадратную каменную кладку, а остальные участки стен гладкие и оштукатуренные.

В наружных и внутренних несущих стенах сохранились гнезда под деревянные балки перекрытий, которые располагаются с шагом около 80 см. На восточной и западной частях здания находятся остатки самих балок перекрытий, а в торце западной части здания на уровне междуэтажных перекрытий можно увидеть сохранившиеся крайние пристенные балки.

Количество окон и дверных проемов и их расположение на противоположных фасадах дома одинаковое. Нижняя часть окон первого этажа находится на уровне 1 метра над уровнем земли. Под всеми оконными проемами в углах стен выложены ниши глубиной в четверть кирпича и высотой 85 см. Стандартный размер окна в усадьбе - 100 x 200 см, на торцевых фасадах по обе стороны от стандартного окна располагаются узкие оконные проемы размерами 50 x 200 см. Соотношение площадей окон и помещений составляет в среднем 1/8, что едва может вписаться в современные минимальные требования по инсоляции помещений. Возможно, таким приемом архитектор хотел сократить потери тепла через оконные проемы. Но довольно продуманная ориентация здания по сторонам света в 50° позволила обеспечивать достаточную инсоляцию всем помещениям усадьбы.

На восточном и западном торцах здания на уровне цокольного этажа имеется по одному окну. Все оконные и дверные проемы выложены с клинчатыми и арочными перемычками. В результате многочисленных перепланировок, проходивших уже в советские времена, некоторые дверные и оконные проемы закладывались кирпичной кладкой и порою пробивались вновь.

На уровне цокольного этажа видны арочные проемы и часть сводчатых перекрытий. Это может говорить о том, что со стороны северного фасада тоже находятся цокольные помещения, и они могли довольно хорошо сохраниться, но из-за сильных разрушений и завалов доступа туда нет.

Под зданием имения также проложен подземный ход, ведущий на противоположный берег реки, в деревню Мостище.

На данный момент стены усадьбы имеют довольно серьезные повреждения: внутренние сохранились частично (несущие стены на восточной стороне здания разрушены); штукатурка на наружных частично отвалилась и остались лишь некоторые фрагменты, кирпич местами выветрился, подоконные участки и перемычки разрушились. Деревянные крыша и перекрытия отсутствуют практически полностью из-за прошедшего в 1990-х годах пожара.

Внутреннее пространство усадьбы со стороны северного фасада завалено битым кирпичом, фрагментами стен и остатками балок перекрытия. Со стороны южного фасада образовался провал до пола цоколя. На цокольном этаже в середине восточного фасада находятся остатки кирпичной кладки и заложённый кирпичом арочный проем (согласно плану первого этажа, тут находился запасной выход). На западном фасаде сохранились остатки разрушенного крыльца.

***Заключение.** Усадьба Гребницких в Оболи- уникальный образец здания стиля классицизм. Оно обладает рядом архитектурно-конструктивных особенностей, характерных для архитектуры той эпохи, поэтому ее можно считать образцом для изучения усадебной архитектуры Витебской области.*

Руины усадьбы не растеряли дух того времени и свою красоту, но время их не пощадило, и они находятся в критическом состоянии и требуют применения срочных мер по консервации некоторых сохранившихся элементов здания или даже восстановления всего здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руины усадьбы Гребницких в Оболи [Электронный ресурс]. – 2018 – Режим доступа: <https://planetabelarus.by/sights/ruiny-usadby-grebnitskikh-v-obile/> – Дата доступа: 17.04.2020.
2. Афтаназі Р.В. / Dzieje rezydencji na dawnych kresach Rzeczypospolitej : w 11 t. / — Т. 1. Województwa mińskie, mściławskie, połockie, witebskie. Афтаназі Р.В. Польша-Варшава-Краков, 1991. – 352 с.
3. Усадебно-парковый ансамбль Гребницких | Оболь [Электронный ресурс] - <https://www.radzima.org/ru/object/5236.html>
4. Морозов, В.Ф. Стилистика архитектуры Беларуси эпохи классицизма: смысл и значение – Архитектура и строительство, 2017.
5. Спампани, Карло [Электронный ресурс]. – 2020 – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8_%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%BE. – Дата доступа: 15.04.2020.
6. Spisane przez Stanisława Hrebnickiego ze słów Adama Hrebnickiego w Raju w sierpniu w 1936 roku. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kresy.genealodzy.pl/hrebnicki/hreb_1.html. – Дата доступа: 13.04.2020.
7. Захаркина, Г. И. Усадьба Гребницких в Оболи / Захаркина, Г. И., Давидович, А. С. // Вестник ПГУ. – 2016 – № 16. – С. 18-22.

УДК 72

**ИСТОРИЯ УСАДЬБЫ ГРЕБНИЦКИХ В ОБОЛИ
(ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ, ШУМИЛИНСКИЙ РАЙОН)****Ю. В. ТУЗОВА***(Представлено: канд. арх., доц. Г.И. ЗАХАРКИНА)*

В Витебской области сохранились 62 исторические усадьбы. Особый интерес с точки зрения архитектуры и истории вызывает усадьба Гребницких в Оболи, пережившая множество событий: революцию, несколько войн, пожар. На данный момент остро стоит вопрос восстановления данного дворцово-паркового комплекса.

Введение. На территории Беларуси, несмотря сложную историю, полную разрушений и войн, многие архитектурные памятники сохранились. Так, в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь по состоянию на 2019 год включено 1802 памятника архитектуры [1]. Из них 296- в Витебской области. По сравнению с соседними странами, в Беларуси этот список относительно невелик.

Памятники архитектуры в стране разнообразны по своим стилистическим и конструктивным особенностям из-за сложившихся исторических условий: территория Беларуси долгое время находилась в составе других государственных образований. Особым явлением в белорусской архитектуре являются дворцово-парковые ансамбли, получившие свое развитие с XVIII века. Уникальны они тем, что способны отразить «образ мира» определенной эпохи посредством синтеза архитектуры, изобразительного и садово-паркового искусства.

Множество дворцово-парковых ансамблей не получили никакого официального статуса и со временем превратились в заросшие, заброшенные и неухоженные руины, которые лишь нарушают визуальное восприятие местности. Еще пару веков назад на территории Беларуси находилось около 8000 усадебных домов и имений. Сейчас же в Государственном списке историко-культурных ценностей Республики Беларусь находятся 125 усадеб, но известно об около 1200 сохранившихся исторических усадебных комплексов или их фрагментов. Тем не менее, лишь четверть из них возможно восстановить. [2] Многие усадьбы стоят или заброшенными, или полуразрушенными, или же вообще используются не по назначению – в качестве, например, колхозных построек.

Еще в 2009 году Министерством культуры был подготовлен «План действий по передаче неиспользуемых усадеб, находящихся в сельской местности и малых городских поселениях, субъектам агроэкотуризма». Согласно этому плану, неиспользуемые усадебные комплексы передаются в частные руки для дальнейшего восстановления и использования. Этот перечень включает в себя 46 усадеб, но малая часть из них перешла во владения субъектам агроэкотуризма. [3]

В Витебской области сохранились 62 исторические усадьбы. Одной из них является усадьба Гребницких в Оболи. Так произошло, что она оказалась за пределами списка историко-культурных ценностей. После прошедшего в 90-х годах прошлого века сильного пожара, здание находится в полуразрушенном состоянии и, к сожалению, о его восстановлении в ближайшее время речи не идет.

История усадьбы. История усадьбы Гребницких в Оболи Шумилинского района Витебской области начинается в первой половине XIX века (Рис. 1). Род Гребницких владел несколькими имениями на территории Беларуси, владельцем усадьбы в Оболи был Станислав Гребницкий [4].

Двухэтажная усадьба в стиле классицизм с цокольным этажом была возведена по проекту французского архитектора. Более раннее имение, которое находилось на том же месте, было одноэтажным и принадлежало отцу Станислава Юзефу Гребницкому, бывшему королевскому камергеру [5, 6].

Имение было довольно богатым: при Гребницких здесь служило около 100 человек, включая ткачей, швей, сапожников; ткали скатерти и ковры, шили боты, шить научился даже сам Станислав Гребницкий. Гребницким в Оболи принадлежало 2760 десятин пахотной земли и небольшой лесной массив [6, 7].

Первый этаж здания занимали широкий вестибюль, парадный зал с лестницей, библиотека, комнаты для слуг, канцелярия; на втором этаже находились жилые помещения и столовая. У колонн парадного входа стояли небольшие каменные львы. Северная сторона здания выходила на панский двор, а южная – на реку.

Кроме самого дома, в имение входили также хозяйственные постройки, дом управляющего, конюшня, большой парк, флигели. В парке росли ясени, березы, липы. Сейчас же бывшее величие парка заросло травой и было частично вырублено.

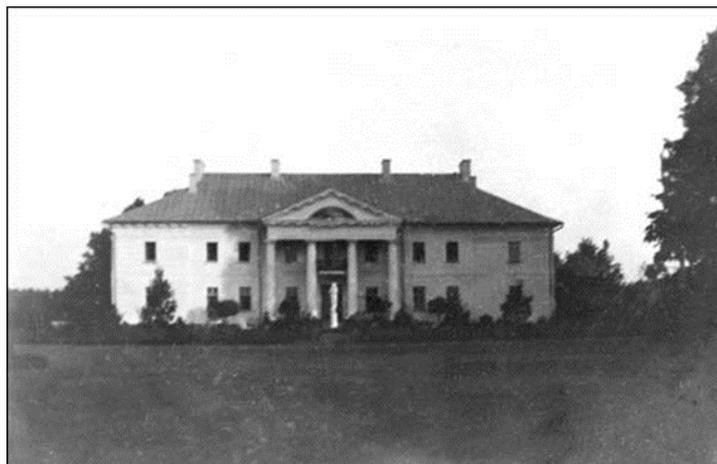


Рисунок 1. – Усадьба Гребницких в Оболи

Усадьбу после смерти Станислава Гребницкого пришлось продать из-за долгов, и последним владельцем имения до Октябрьской революции были дворяне О.Н. Рутковская и Ю.Ю. Амбургер.

После революции в здании имения проживали бывшие батраки и сотрудники милиции. Долгое время усадьба оставалась без должного присмотра; Полоцкая уездная комиссия по охране памятников искусства и старины в 1920 году отметила несколько существенных повреждений в здании: оборванные дорогие обои, выломанные окна и двери, отбитые художественные карнизы, разбитые дымоходы и печи, поврежденные уборные и ванны. Но, тем не менее, по заключению комиссии имение обладало большим историческим и художественным значением: «... в нем обнаружены художественно расписанные потолки, рельефные изображения на потолках, художественные печи в стиле ампир, паркетные полы, художественные карнизы, колоннады внутри здания...» [8].

Осенью 1923 года в здании имения открылась школа для крестьянской молодежи, просуществовавшая вплоть до 1970-х годов. Основную часть Обольской подпольной организации «Юные мстители», которая действовала во время Великой Отечественной Войны с начала 1942 по август 1943 года составляли ученики этой школы. Во время Великой Отечественной Войны в здании располагался немецкий военный госпиталь, за госпиталем находилось немецкое захоронение.

В период 1970-х - 1990-х годов здание было передано Обольскому керамическому заводу. Там организовали общежитие для работников завода. После распада Советского союза тут некоторое время еще жили люди, но впоследствии их выселили, здание стало заброшенным. Каменных львов, стоявших у входа, еще в 1985 году перенесли на территорию керамического завода, подальше от ловких рук.

Нынешний печальный облик усадьба получила после сильного пожара, который произошел во второй половине 1990-х годов (Рис. 2). Неизвестно доподлинно, произошел ли пожар случайно или это был намеренный поджог.



Рисунок 2. – Современное состояние усадьбы Гребницких

В результате пожара здание потерпело серьезный урон: огонь практически уничтожил все перекрытия, лестницы и крышу. Сохранились кирпичные внутренние и наружные стены, два четырехколонных портика.

После восстановления здания никто заниматься не стал, и сейчас руины пребывают в полном забвении и имеют довольно нелицеприятный вид: исчезли парапеты балконов, внутри здания выросли деревья, еще больше ускоряющие разрушение усадьбы; остатки стен из красного кирпича разбираются местными жителями на хозяйственные нужды.

Лучше всего на территории имения сохранилось здание главного флигеля, где содержали птиц для охоты. Сейчас в здании располагается музей Обольского подполья «Юные мстители».

Заключение. Усадьба Гребницких в Оболи – уникальный образец здания в стиле классицизма. Долгое время оно служило достойным украшением Витебской области, но пришло в запустение из-за различия людей, впрочем, как и многие другие исторические усадьбы на территории области и страны в целом.

Руины все же не растеряли дух того времени и свою красоту, но время их не пощадило, и они находятся в критическом состоянии и требуют применения срочных мер по консервации некоторых сохранившихся элементов здания. Возможно, речь может идти и о полном восстановлении усадьбы, но это, конечно, потребует больших вложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзяржаўны спіс гісторыка-культурных каштоўнасцей Рэспублікі Беларусь.
2. Ревитализация исторических усадеб как культурно-туристских объектов [Электронный ресурс]. – 2005 – Режим доступа: <https://ais.by/story/662>. – Дата доступа: 17.04.2020.
3. «Старинные шляхетские усадьбы не пользуются спросом» [Электронный ресурс]. – 2014 – Режим доступа: <https://news.tut.by/society/404811.html>. – Дата доступа: 20.04.2020.
4. Руины усадьбы Гребницких в Оболи [Электронный ресурс]. – 2018 – Режим доступа: <https://planetabelarus.by/sights/ruiny-usadby-grebnitskikh-v-oble/> – Дата доступа: 17.04.2020.
5. Афтаназі Р.В. / Dzieje rezydencji na dawnych kresach Rzeczypospolitej : w 11 t. / — Т. 1. Województwa mińskie, mścisławskie, połockie, witebskie. Афтаназі Р.В. Польша-Варшава-Краков, 1991. - 352 с.
6. Усадебно-парковый ансамбль Гребницких | Оболь [Электронный ресурс] - <https://www.radzima.org/ru/object/5236.html>.
7. Spisane przez Stanisława Hrebnickiego ze słów Adama Hrebnickiego w Raju w sierpniu w 1936 roku. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kresy.genealodzy.pl/hrebnicki/hreb_1.html. – Дата доступа: 13.04.2020.
8. Акт № 16 Полоцкой уездной комиссии по охране памятников старины и искусства от 21 ноября 1920 г. Полоцкий зональный архив, ф. 54, оп. 1, д. 343, с. 90.

УДК 72.04

**БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ ВНУТРЕННЕГО ДВОРА НОВОГО КОРПУСА
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА****А. О. ХРИЩАНОВИЧ, Я. А. ИКСАНОВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р. М. ПЛАТОНОВА)*

В статье затронуты проблемы проектирования и организации средового пространства. Рассмотрены современные способы благоустройства территорий. Предложены варианты реализации благоустройства территории в городе Новополоцке.

Во все времена в жизнедеятельности городов имелось множество проблем. Однако одной из самых важных проблем развития городов, особенно сегодня, является их благоустройство.

Благоустроить какую-либо территорию – это значит сделать ее более комфортной и удобной для проживания жителей населенного пункта. Технически же благоустройство какой-либо территории означает, что необходимо осуществить некоторый комплекс мероприятий по озеленению, устройству дорожных покрытий, освещению, размещению малых архитектурных форм, а также по некоторой инженерной подготовке. Благоустройство территорий, как рассматривалось выше, представляет собой комплекс мероприятий по планировке и озеленению существующих и созданию новых территорий, и как правило охватывает достаточно объемный круг социально-экономических, санитарно-гигиенических, инженерных и архитектурных вопросов [1]. Элементы благоустройства территории — это декоративные, технические, планировочные, конструктивные устройства, растительные компоненты, различные виды оборудования и оформления, малые архитектурные формы, некапитальные нестационарные сооружения, наружная реклама и информация, используемые в качестве составных частей благоустройства [2].

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в настоящее время благоустройство и озеленение являются важнейшей сферой деятельности муниципального образования. В данной сфере создаются те условия для населения, обеспечивающие высокий уровень жизни, что также способствует и созданию условий для здоровой комфортной, удобной жизни как для отдельного человека по месту проживания, так и для всех жителей города, района, квартала, микрорайона. Несомненным является тот факт, что во всех развитых странах мира экологическая ситуация, складывающаяся в городах, а особенно в столицах, является предметом особого внимания официальных властей всех уровней, политических партий и общественных движений, средств массовой информации и широких слоев населения [3].

Озеленение – это тот элемент благоустройства и ландшафтной организации территории, которая обеспечивает формирование среды с активным использованием растительных компонентов, а также поддержание ранее созданной или изначально существующей природной среды на территории. Используются такие виды озеленения как стационарное (посадка растений в грунт) и мобильное (посадка растений в специальные передвижные емкости: контейнеры, вазоны). Эти виды озеленения используются для создания архитектурно-ландшафтных объектов (газонов, садов, цветников, площадок с кустами и деревьями) на естественных и искусственных элементах рельефа [4]. Выбор типов насаждений определяет объемно-пространственную структуру и обеспечивает визуально-композиционные и функциональные связи участков озелененных территорий между собой.

В качестве примера для реализации благоустройства территории в городе Новополоцке рассматривается внутренний двор Корпуса Полоцкого государственного университета по адресу ул. Блохина, 30. Вход во внутренний двор может осуществляться как непосредственно с улицы, так и через рекреацию в главном холле университета (рис. 1).

Благоустройство данной территории актуально, так как она послужит дополнительным местом отдыха студентов и преподавателей, а также зелёная растительность играет большую роль в уменьшении вредного воздействия на человека промышленных выбросов в атмосферу, что наиболее актуально в городе Новополоцке.

Для благоустройства внутреннего двора к рассмотрению предлагается использовать вертикальное модульное озеленение на стене корпуса. Модульные системы озеленения – это озеленение, реализуемое за счет конструктивных элементов, которые могут внедряться, перемещаться, а при необходимости и вовсе убираться из городской среды. Они необходимы в условиях уплотненной застройки центральной части города или при создании рекреации в сжатые сроки. Это легко монтируемые системы, имеющие

мобильный, переносной характер, которые позволяют регулярно изменяться. Модульный тип озеленения фасадов позволяет создавать интересные композиции, а также прост в эксплуатации и установке [5]. Важными элементами благоустройства являются освещение и элементы уличной мебели. Также интересным элементом благоустройства может послужить пергола - навес для защиты прохода или террасы от палящего солнца (рис. 2).

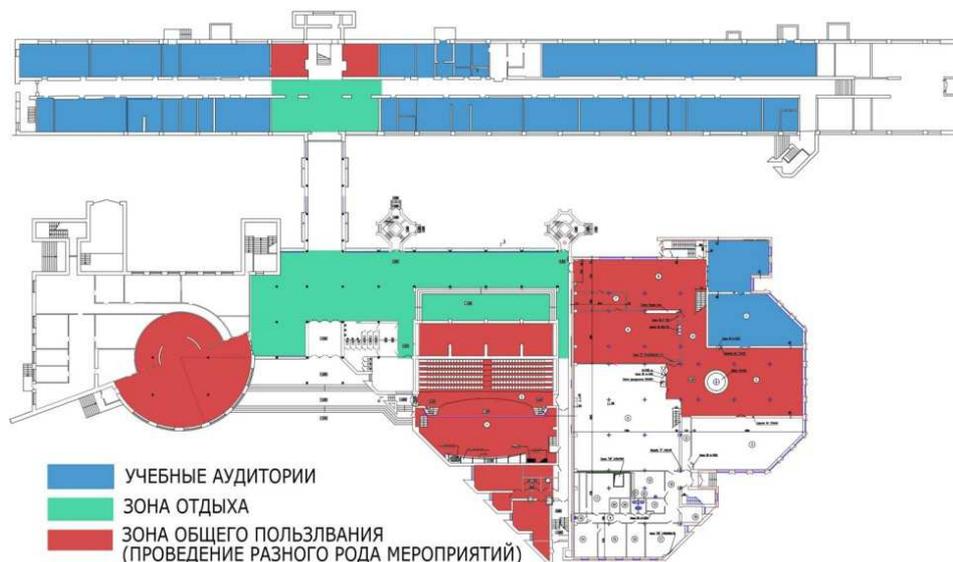


Рисунок 1. – План нового корпуса Полоцкого государственного университета



Рисунок 2. – Вариант благоустройства внутреннего двора нового корпуса

Таким образом, можно сделать вывод, что благоустройство территорий способствует формированию благоприятной для жизнедеятельности человека среды, а также представляет собой ряд мероприятий по планировке и озеленению существующих и создания новых территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные проблемы благоустройства городской среды [Электронный ресурс] / Администратор // Вологда. Режим доступа: <https://novainfo.ru/article/12233> - Дата доступа: 05.09.2020.

2. Оборудование и элементы благоустройства территорий [Электронный ресурс] / Администратор // Москва. Режим доступа: <https://ozelenitel-stroy.ru/oborudovaniye-i-elementy-blagoustroystva-territoriy-1> - Дата доступа: 05.09.2020.
3. Благоустройство территории как требование реализации на практике [Электронный ресурс] / Администратор // Минск. Режим доступа: http://www.mas.gov.by/ru/news_ru/view/blagoustrojstvo-territorij-kak-propisannye-na-bumage-trebovanija-realizovat-na-praktike-861/ - Дата доступа: 05.09.2020.
4. Методы и виды озеленения [Электронный ресурс] / Администратор // Москва. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/8158542/page:7/> - Дата доступа: 05.09.2020.
5. Модульное озеленение [Электронный ресурс] / Администратор // Москва. Режим доступа: <https://cvetydoma.ru/landshaftnyj-dizajn/modulnoe-ozelenenie-cto-eto-takoe.html> - Дата доступа: 05.09.2020.

УДК 72.04

САД НА КРЫШЕ ПРИСТРОЙКИ «БЕЛЫЙ ОСТРОВ» В ГОРОДЕ НОВОПОЛОЦКЕ

А. О. ХРИЩАНОВИЧ, Я. А. ИКСАНОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р. М. ПЛАТОНОВА)

В данной статье, представлен анализ актуальности озеленения в Новополоцке, рассмотрены виды озеленения крыши, выполнен анализ реализованных проектов по горизонтальному озеленению. Предложены варианты реализации озеленения крыши в городе Новополоцке.

Одной из важнейших проблем современности является проблема сохранения окружающей среды и создания благоприятных условий для жизни и труда людей. Внедрение в жилую структуру горизонтального озеленения - один из способов улучшить баланс экосистемы в городе Новополоцке посредством уменьшения негативного воздействия объектов недвижимости на здоровье людей и на окружающую среду. В связи с уплотнением застройки в городах, исчезают площади для высадки растений. Увеличивается плотность населения и уменьшаются парковые зоны отдыха, нарушаются нормы зеленых насаждений на одного жителя [1]. Сады на крышах - это перспективный экологичный подход к обустройству городской среды.

Практика в озеленении крыш Беларуси была уже в конце 70-х. Этот проект реализовался на типовой «панельке» в микрорайоне Восток-1. Сад был реализован, но вскоре прекратил свое существование, предположительно из-за начала строительства Национальной библиотеки. Так как, стратегический объект очень хорошо просматривается с этих площадок. Сейчас там остались несущие конструкции для растений. Сад был запроектирован как двухуровневый зеленый дворик для отдыха жителей [2].

В зависимости от нагрузки на кровлю и от вида высаживаемых растений озеленение крыш подразделяют на две группы: экстенсивное и интенсивное [3].

Экстенсивное. Такой тип озеленения не предполагает эксплуатацию крыши людьми, то есть, не рассчитан на то, что люди будут выходить на ее поверхность и проводить там время. Для экстенсивного варианта обычно выбирают газонные травы, полевые растения – неприхотливые культуры, которые смогут выжить под палящим солнцем и большим количеством осадков, а также не будут нуждаться в частом уходе.

Интенсивное. Это, напротив, озеленение, которое не только придает дому эстетичный вид, очищает воздух, защищает постройку от влаги, теплопотерь и шума, но и включает возможность непосредственной эксплуатации. Такой тип озеленения требует систематического ухода (прополки, полива, подкормки и т.п.). Проект может включать в себя дорожки, столики, скамейки, фонари, беседки, детские игровые площадки, спортивные тренажеры и другие элементы благоустройства. Для интенсивного варианта также обязательно продумываются парапеты, ограждения и другие средства безопасности, исключающие вероятность непроизвольного падения посетителей.

Благоустройство садов на крыше имеет свои специфику устройства, и особенности. Ключевым фактором здесь является учет максимально допустимой нагрузки на кровлю и ее распределение. Эти показатели можно найти в проектной документации эксплуатируемого здания или заказчика. Также особенностью монтажа является - невмешательство в инженерные системы здания и избежание креплений к каркасам, которые имеет ограничения.

В качестве примера для реализации озеленения в городе Новополоцке рассматривается крыша пристройки «Белый остров» (рис. 1). Выбор актуален также по причине того, что здание располагается на пересечении улиц Молодёжная и Калинина, то есть дорог с большим трафиком движения.

Так как конструкцией здания не предусмотрен выход на крышу то в качестве одного из вариантов, нами предлагается к рассмотрению не эксплуатируемый сад, то есть озеленение будет нести сугубо эстетическую функцию. Для более комфортной и безопасной жизнедеятельности принят экстенсивный тип озеленения. Главное достоинство такого зеленого сада состоит в сравнительно небольшом весе – такой нагрузки, как при интенсивном озеленении, крыша здания испытывать не будет. В этом случае зеленые насаждения выполняют декоративную роль.

Размещать грунт и растения предлагается как непосредственно на самой поверхности крыши, так и в модульных контейнерах [4]. Для контейнерного типа размещения растений можно использовать пустотелые керамзитовые блоки или деревянные, с утеплением из пенополистирола. Глубина может быть различной, в зависимости от типа растений. 10см - газон, 20 - многолетники, 40 - хвойных растений и крупных кустарников, 60 - деревья и крупные кусты. Саму поверхность крыши можно покрыть мощением или настилом. Также контейнерное размещение растений позволяет легко перемещать их, что позво-

ляет организовывать различные проходы для ухода за насаждениями или же для размещения мебели на эксплуатируемых крышах. При укладке грунта непосредственно на крыше здания, под ним должна быть проложена корнезащитная пленка, состоящая из ПВХ толщиной 0,5 мм, дренажного слоя, геотекстиля, на который насыпается грунт [5].



Рисунок 1. – Пристройка «Белый остров» в городе Новополоцке

Для размещения озеленения на крыше «Белого острова» лучше использовать контейнерную систему размещения растений, так как она не так сложна в установке и более экономичная (рис. 2).



Рисунок 2. – Пример озеленения крыши пристройки «Белый остров»

Второй вариант – организация летнего кафе, если запроектировать выход на крышу. Для этого потребуется устройство лестницы, которую можно установить внутри пристройки из помещений существующего кафе или использовать конструкцию наружной винтовой лестницы. Такая лестница не требует больших затрат, занимает небольшую площадь, а с эстетической точки зрения выглядит интересно, одновременно подчеркивая круглую форму пристройки. Это позволит владельцам использовать крышу, как дополнительную зону для приема посетителей, а летнее кафе будет пользоваться большим спросом, исходя из его интересного месторасположения.

Таким образом, можно сделать вывод, что вопрос внедрения в городскую структуру озеленения жилых зданий актуален, так как это способствует формированию привлекательной, благоустроенной и экологически благоприятной городской среды города Новополоцка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лунц Л.Б. Городское зеленое строительство: Учебник для вузов / Лунц Л.Б.; — Москва, 1974. - 32-64 с.
2. Озеленение Минска начнется с крыш [Электронный ресурс] / Администратор // Минск. Режим доступа: <https://citydog.by/post/ozelenenie-lysogo-minska-nachnetsya...-s-krysh/> - Дата доступа: 23.05.2020.
3. Озеленение крыши жилого здания в условиях города [Электронный ресурс] / Администратор // Москва. Режим доступа: <https://navetkah.ru/raznoe/ozelenenie-kryshi-zhilogo-zdaniya-v-usloviyah-goroda-ozelenenie-kryshi-zhilogo-zdaniya-v-usloviyah-goroda.html> - Дата доступа: 23.05.2020.
4. Озеленение и благоустройство крыш [Электронный ресурс] / Администратор // Минск. Режим доступа: <https://www.zinco.ru/ozelenenie-i-blagoustroystvo-krysh/> - Дата доступа: 23.05.2020.
5. Журнал «Архитектура, строительство, дизайн» / ООО «Международный центр «Ландшафт. Архитектура. Дизайн»». – 2018. - № 01/02_(90/91)_2018. – С. 86-89.

ГЕОДЕЗИЯ

УДК 527.6

НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ РОЛЬ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

О. Б. КУЛИК

(Представлено: П. Ф. ПАРАДНЯ)

Рассматривается роль навигационных систем в деятельности правоохранительных органов, в частности милиции и групп быстрого реагирования. Уделяется внимание актуальной на современном этапе технологии GPS-позиционирования. Приведены направления совершенствования существующих навигационных систем патрульных машин.

В настоящее время навигация на дорогах и в открытом пространстве с помощью мобильных сервисов стала нормой жизни. Без средств и методов геопозиционирования не обходится практически ни одна отрасль. Не являются исключением и правоохранительные органы, и в частности милиция и группы быстрого реагирования (рис.1).



Рисунок 1. – Пример использования навигационной системы в органах МВД

Благодаря системе позиционирования и программному обеспечению в навигационной системе быстро и легко определяются данные для быстрого нахождения места преступления, и быстрого реагирования групп задержания, внутренние войска решают задачи по охране общественного порядка и обеспечению общественной безопасности, режима чрезвычайного положения и охране важных государственных объектов и специальных грузов, принимают участие в территориальной обороне.

Навигация – это определение местоположения, скорости и ориентации в пространстве движущихся объектов. Задачи навигации решаются на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). В настоящее время в мире существуют несколько ГНСС: ГЛОНАСС (Россия), GPS (США), Beidou и ГАЛИЛЕО, а также региональные навигационные спутниковые системы (QZSS и IRNSS) [1]. Наиболее развитой и развернутой является система GPS (от англ. Global Positioning System).

История создания GPS ведёт своё начало с 1973 г., когда Управление совместных программ, входящее в состав Центра космических и ракетных исследований США, получило указание Министерства обороны США разработать, испытать и развернуть навигационную систему космического базирования. Результатом данной работы стала система, получившая первоначальное название NAVSTAR, из которого прямо следовало, что система предназначена для решения двух главных задач – навигации, т. е. определения мгновенного положения и скорости потребителей, и синхронизации шкал времени. Поскольку инициатором создания GPS являлось Министерство обороны США, то в качестве первоочередных задач предусматривалось решение задач обороны и национальной безопасности [2].

Автомобильная навигация – это технология вычисления оптимального маршрута проезда транспортного средства по дорогам и последующего ведения по маршруту с помощью визуальных и голосо-

вых подсказок о манёврах. При этом используют спутниковую систему GPS, автомобильную навигационную карту и оперативную информацию о пробках.

Существуют автомобильные навигационные системы, которые в настоящее время представляют достаточно совершенные в техническом отношении устройства, существенно повышающие безопасность и комфортность движения. Технология определения местоположения (позиционирования) является фундаментом построения систем навигации транспортных средств и систем слежения за ними.

Первый ручной "навигатор" Plus Fours Routefinder был изготовлен в Великобритании в 1920 году. Внешне он напоминал ручные часы, и состоял из бумажной карты и двух деревянных рукояток, которые необходимо было прокручивать вручную. В комплекте шла коробочка с картами. Спустя десятилетие был создан простенький механический навигатор. Принцип работы устройства был достаточно элементарен. На экране прокручивалась бумажная карта с нанесенными на нее графическими объектами. В движение она приводилась тросиком, аналогичным используемому в современных механических спидометрах. Соответственно, скорость прокручивания карты была пропорциональна скорости движения автомобиля. Если автомобилист совершал поворот, ему приходилось сменить карту и найти на ней свое текущее местоположение.

С 2008 года машины активно начали оснащаться навигационными системами, и милиция в этом не исключение. Сейчас, в 2020 году все патрульные машины милиции оснащены системами спутниковой навигации (рис.2). Работа такого навигатора позволяет в короткие сроки определить место преступления и составить маршрут. Как сообщает Комитет по телекоммуникациям и средствам массовой информации, с помощью навигационного оборудования реагирование на вызовы и раскрытие дел стало более успешным, чем было ранее. Система спутниковой навигации позволяет в реальном времени отображать местоположение каждой патрульной машины на карте в дежурной части. Патрульные машины оснащены навигационно-связным оборудованием на основе ГЛОНАСС. Это позволяет с помощью специализированного программного обеспечения контролировать маршруты передвижения каждого экипажа и при необходимости оперативно направлять их к месту происшествия. Данные о местонахождении транспортных средств передаются по каналу GSM на автоматизированные рабочие места сотрудников органов внутренних дел, как в центральный аппарат, так и на уровень отделений милиции. В некоторых европейских странах правоохранительные органы уже давно используют спутники связи в своей работе. Ранее сообщалось, что с помощью спутников полиция Великобритании научилась бороться с нарушителями правил парковки.



Рисунок 2. – Автомобильная навигационная система

В принципе, это всё может и устраивает сотрудников и руководство, но все прекрасно понимают, что время не стоит на месте, и нужно за ним успевать, каждый раз совершенствуя что-то старое, либо придумывая новое.

С помощью наших исследований можно усовершенствовать существующие навигационные системы патрульных машин в следующих направлениях:

- **общий доступ** – карта города со всеми «горячими» точками будет обозначена у всех, кому разрешен доступ к данной информации;
- **точное обозначение места чрезвычайной ситуации** – на панели задач навигатора будет выдан сразу точный адрес с улицей, домом, корпусом, подъездом, этажом и номером квартиры. Это будет весьма полезным, т.к. при любой навигации этаж, квартира, даже иногда и подъезд не указываются;
- **построение оптимального маршрута** – система учтет транспортную загруженность дорог, наличие на них объектов, препятствующих скоростному движению (школы, пешеходные переходы,

искусственные неровности и т.п.), что позволит уменьшить время приезда на вызов и повысить раскрываемость преступлений.

– **быстрое реагирование** – всё вышеперечисленное позволит правоохранительным органам повысить раскрываемость преступности в городе и быстрое оказание помощи. Кроме того, всё вышеперечисленное могут использовать и другие спецслужбы, такие как скорая помощь, МЧС, газовая служба и т.п.

На основе вышеизложенного можно сказать, что внедрение систем позиционирования и соответствующего программного обеспечения в правоохранительных органах позволяет быстро, легко и точно определить местоположение чрезвычайной ситуации, а также ее точное обозначение на карте, сократить количество преступлений, повысить качество исполнения боевых задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru/guide/> - Дата доступа: 06.09.2020.
2. Яценков, В. С. Основы спутниковой навигации /В. С. Яценков – Москва: Горячая линия - Телеком, 2005. – 271 с.
3. История навигации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/463534312134804374/>. Дата доступа: 06.09.2020

УДК 528.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

О. Б. КУЛИК*(Представлено: П. Ф. ПАРАДНЯ)*

Приводятся результаты исследования точности систем позиционирования мобильных устройств на примере смартфонов трех моделей, оснащенных GPS-приемниками, в различных режимах работы и в среде приложений GPS Test и Компас. По результатам работы сделаны выводы, на основании которых можно говорить о возможности применения мобильных устройств для решения задач координирования объектов местности.

В настоящее время в мире ведутся масштабные разработки систем позиционирования мобильных устройств, а навигационные технологии широко применяются в различных сферах деятельности. Устройства, использующие в своей работе сигнал со спутников GNSS, можно разделить на профессиональные, обладающие высокой точностью определения местоположения, и бытовые. Первые в основном используются в военных целях, для решения задач геодезии и картографии, а вторые получили широкое применение в различных сферах повседневной жизни.

В будущем применение мобильных телефонов со встроенными GPS-приемниками позволит создать множество интересных сервисов. Но в данный момент существует еще несколько технических проблем, которые ждут своего решения. Так, пользователи GPS-приемников знают, что определение координат возможно лишь на открытых пространствах, в помещении приемники не работают. В больших городах зачастую сигнал экранируется расположенными вокруг зданиями.

Определяя местоположение, встает вопрос о точности координат. Для мобильных устройств существует несколько режимов координирования:

1. Высокая точность (для оценки местоположения используется не только GPS, а также Wi-Fi и мобильные сети. Данный способ приводит к повышенному расходу заряда аккумулятора, но использует все доступные методы, чтобы показать наиболее точное местоположение. Находится только в устройствах с определённой версией Android)
2. Средняя точность (использует лишь определенные методы, показывая среднестатистический результат. Присутствует практически во всех версиях Android)
3. Низкая точность (этот режим позволяет определять местоположение приближенным способом, т.е. от станций сотовой связи).

Процесс исследования заключался в многократном определении координат двух геодезических пунктов, заложенных на территории Полоцкого государственного университета возле учебно-лабораторного корпуса №3, с помощью телефонов разных моделей, оснащенных встроенными модулями GPS, в различных режимах точности, в среде различных приложений.

В исследованиях задействовали 3 модели смартфонов.

1. Galaxy J8 (выпущен в июле 2018 года) уверенно «видит» 25 спутников за сеанс. Навигационный модуль работает и с GPS (с A-GPS), и с отечественной Глонасс.
2. Xiaomi Redmi S2 (выпущен в мае 2018 года) работает с GPS, A-GPS, ГЛОНАСС. Наличие инфракрасного-порта и соответствующие приложения для управления различной техникой, некомбинированный слот для SIM-карт и хорошая работа GPS-модуля дают преимущество данному устройству.
3. Huawei P20 Lite (выпущен в апреле 2018 года). Чувствительность средняя – не более 16 спутников в видимости, точность чуть выше средней – от 4-х метров. Сигнал держит стабильно. Навигационный модуль работает и с GPS (с A-GPS), с российской Глонасс и с китайской Beidou. Первые спутники даже при холодном старте обнаруживаются быстро, в течение первых же секунд, точность позиционирования не вызывает претензий. Магнитный компас, необходимый для навигационных программ, также на месте.

Используемое программное обеспечение представлено двумя приложениями: «GPS Test» и «Компас».

«GPS Test» – бесплатное многофункциональное приложение, поддерживает GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, SBAS, Beidou и QZSS satellites. Интерфейс представлен шестью экранами полной информации (рис.1):

- 1) сигнал GPS в виде столбчатой диаграммы, показывающей уровень сигнала для каждого спутника, а также точность и состояние сети GNSS;
- 2) положение спутников в небе, показано на вращающемся компасе;

- 3) текущее местоположение телефона, показано в виде текста и на карте мира, а также текущее положение солнца и кривая перехода день-ночь;
- 4) компас;
- 5) текущая скорость, курс и высота над уровнем моря в текстовом виде;
- 6) текущее время и местное время в текущем часовом поясе, а также время восхода и захода солнца в данном месте.



Рисунок 1. – Экраны приложения GPS Test

Второе используемое приложение «Компас» являлось инструментом, встроенным в операционную систему смартфонов, и его интерфейс являлся уникальным для каждой модели.

Определение координат выполнялось на исходных пунктах многократно, и выводились средние значения, представленные в табл. 1. Поскольку градусы и минуты оставались неизменными, в таблицу заносились только секунды. Затем было вычислено отклонение найденных координат от их истинного значения. Точные координаты пунктов получены ранее из GPS-измерений приемниками геодезической точности:

пункт PSU1: B= 55° 31' 46,2860" пункт PSU2: B= 55° 31' 45,1863"
L= 28° 38' 46,1403" L= 28° 38' 52,6699"

Таблица 1. – Результаты исследования точности позиционирования мобильных устройств

Модель устройства	Название пункта		GPS Test						Компас	
			высокая точность, с	отклонение, с	средняя точность, с	отклонение, с	низкая точность, с	отклонение, с	высокая точность, с	отклонение, с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Xiaomi Redmi S2	PSU1	B	46,034	-0,252	46,021	-0,265	46,010	-0,276	46,121	-0,165
		L	46,037	-0,252	45,856	-0,284	45,726	-0,414	46,230	0,902
	PSU2	B	45,029	-0,157	45,552	0,366	45,791	0,605	45,034	-0,152
		L	52,954	0,284	52,123	-0,547	52,054	-0,616	52,040	-0,630
Samsung G8	PSU1	B	45,988	-0,298	45,859	-0,427	46,714	0,428	46,017	-0,269
		L	46,001	-0,139	45,874	-0,266	46,118	-0,380	46,030	-0,137
	PSU2	B	45,398	0,212	45,454	0,268	45,625	0,439	45,654	0,468
		L	52,429	-0,241	52,297	-0,373	52,095	-0,575	52,023	-0,647

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Huawei P20 Lite	PSU1	B	46,101	-0,185	45,992	-0,294	45,983	-0,303	45,981	-0,305
		L	46,041	-0,099	46,438	0,298	46,984	0,298	46,040	-0,136
	PSU2	B	45,031	-0,155	45,722	0,536	45,743	0,557	45,043	-0,143
		L	52,543	-0,127	52,326	-0,344	52,098	-0,572	52,031	-0,639

Если принять, что одна угловая секунда соответствует расстоянию примерно в 30 метров, точность определения местоположения в приложении GPS Test в режиме средней и низкой точности составляет от 8 до 20 метров, а в режиме высокой точности – от 4 до 9 метров. При этом, приложение «Компас» работает менее стабильно и дает значительный разброс результатов при более низкой точности.

Вывод. Точность измерений с помощью GPS зависит от конструкции и класса приёмника, расположения спутников в реальном времени, состояния ионосферы и атмосферы Земли (сильной облачности и т.д.), наличия помех и других факторов. Бытовые GPS-устройства имеют погрешность измерения в диапазоне от 3-5 м до 50 м и больше. В среднем, реальная точность, при минимальной помехе, для новых моделей, составляет 5-15 метров в плане. Максимально возможная точность достигает 2-3 метра в плане и по высоте – от 10 до 50 метров. Высотомер будет точнее, если проводить калибровку устройства по ближайшей точке с известной точной высотой, на равнинном рельефе местности или по известному атмосферному давлению, если оно не слишком быстро меняется.

УДК 528.2

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА СИСТЕМ ВЫСОТ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

Д. Н. НОВОКРЕЩЕНОВА, А. В. ПРОКОПОВИЧ*(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г. А. ШАРОГЛАЗОВА)*

Статья посвящена проблеме высотного обеспечения, существующей в мировой геодезической практике. Эта проблема связана, прежде всего, с непостоянством уровня мирового океана из-за различных характеристик солёности, плотности, температуры воды и других факторов и не является уральной, отличаясь по высоте даже в пределах одного моря. Поэтому в отдельных государствах установлены не только свои национальные начала счета высот, но и различные системы, строго говоря, не согласующиеся друг с другом и не отвечающие возможностям современной геодезии. В статье систематизированы системы высот, используемые в мировой практике геодезических работ. Показано, что современные направления ее решения тесно связаны с ГНСС технологиями и гравиметрией.

Национальные системы высот в геодезии[1] — принятые в разных странах стандарты для определения высоты точек на местности. Используются в любой проектной документации по строительству.

Благодаря тому, что планетарные геодезические системы координат имеют три оси координат, кроме широты и долготы требуется третья координата, а так как поверхность Земли рельефна и объемна, существует система высот. Не существует какой-то определенной планетарной системы высот. Обычно они национальны, т.е. на одну или несколько близко расположенных государств. Документально подтвержденные исторические сведения об изменениях уровня, представляющие научный интерес, немногочисленны и касаются главным образом катастрофических или экзотических событий.

Основные системы высот[2]:

– *Балтийская система высот и Кронштадтский футшток*

Балтийская система высот (БСВ) — это принятая в СССР система нормальных высот, отсчёт которых ведётся от нуля Кронштадтского футштока. От этой отметки отсчитаны нормальные высоты реперов, образующих нивелирную сеть России. Нуль Кронштадтского футштока представляет собой многолетний средний уровень Балтийского моря.

– *Амстердамский футшток*

Система высот, принятая в 1879 в Нидерландах. Нулевой уровень высот — отметка в центре Амстердама на высоте 9 футов 5 дюймов над уровнем моря. Эта система высот послужила основой для *Normalnull* и используется до сих пор.

– *North American Datum*

Система высот, используемая в Северной Америке. Применяется на территории США, Канады и Мексики. За свою историю уточнялась четыре раза. Последнее уточнение было завершено к 1991 году. Последняя версия этой системы получила название "North American Vertical Datum of 1988 (NAVD88)". Различия в отметках между в WGS84 и NAVD88 на большей части США составляют порядка одного метра. В отличие от отметок в системе WGS84, отметки NAVD88 считаются постоянными, в то время как отметки в системе WGS84 могут меняться со скоростью 1-2 см в год.

– *Ordnance Datum Newlyn*

Система высот, используемая в Великобритании. За начало отсчета принят средний уровень воды в гавани Ньюлин с 1915 по 1921 год.

– *European Terrestrial Reference System 1989*

Система высот, используемая в Италии и ряде других европейских стран. Отсчет ведётся по уровню высот Евразийской литосферной плиты.

– *Normalhohennull*

Система высот используемая в Германии с 1992 года. Отсчет высот ведётся от отметки на церкви святого Александра в Валленхорсте

– *Türkiye ulusal düzey kontrol ağı (TUDKA-99)*

Система высот, принятая в Турции. За начало отсчета принят средний уровень Средиземного моря за период с 1936 по 1971, измеренный в районе Анталии.

Балтийская система высот и Кронштадтский футшток

Балтийская система высот (БСВ) [2] — принятая в СССР система нормальных высот, отсчёт которых ведётся от нуля Кронштадтского футштока. От этой отметки отсчитаны нормальные высоты реперов, образующих нивелирную сеть России. Нуль Кронштадтского футштока представляет собой многолетний средний уровень Балтийского моря. При использовании уровневых постов в качестве

исходных пунктов для определения начала счета высот подразумевается совпадение среднего уровня всех морей в этих пунктах с поверхностью геоида. Таким образом, вся нивелирная сеть на территорию России опирается на один исходный пункт, не имеет внешнего контроля и уравнивается как свободная система.

Служба наблюдения за уровнем Балтийского моря была создана 1707 году. В 1840 Михаилом Рейнеке на граните Кронштадтского Синего моста через Проводной канал была нанесена метка соответствующая среднему уровню воды в Финском заливе за период с 1825 по 1839 год.

В настоящее время в России и ряде других стран СНГ используется Балтийская система высот 1977 года. За точку отсчета принят нуль Кронштадтского футштока — многолетний средний уровень водной поверхности Балтийского моря. По нему в нашей стране считают высоты и глубины, к нему привязаны высоты самолетов и даже орбиты космических кораблей.

Минусом Балтийской системы высот является то, что нуль на Кронштадтском футштоке не отражает изменения высоты футштока, вызванного вертикальными движениями литосферной плиты под Кронштадтом.

Действующая Балтийская система высот 1977 года, после очередного цикла уравнивания нивелирной сети СССР была введена приказом ГУГК при СМ СССР и ВТУ ГШ ВС СССР от 05.06.1978 г. № 7/155 «О введении в действие каталога главной высотной основы СССР». Балтийская система высот использовалась в некоторых странах членах СЭВ (Болгарии, Польше, Венгрии, Чехословакии и ГДР). В настоящее время эта система применяется в Болгарии, Эстонии, Латвии, Литве, Польше, Сербии, Словакии, Чехии и Венгрии

Для распространения единой системы высот по территории страны применяется Государственная нивелирная сеть (является частью Государственной геодезической сети). Главной высотной основой сети являются нивелирные сети I и II классов. Кроме установления Балтийской системы высот, они используются для решения научных задач: изучение изменения высот земной поверхности (земной коры), определения уровня воды морей и океанов и т. д. Как минимум, каждые 25 лет проводится повторное нивелирование всех линий нивелирования I класса и некоторых линий II класса.

Общая протяженность сетей нивелирования I и II классов составляет порядка 400 тыс. км. Нивелирная сеть I класса состоит из полигонов периметром 1200—2000 км. Средняя квадратическая ошибка определения высоты — менее 0.8 мм на 1 км хода. Нивелирная сеть II класса образует полигоны с периметром в 400—1000 км. Средняя квадратическая погрешность определения высоты — менее 2 мм на 1 км хода. На основе пунктов нивелирования I и II классов развивается сеть государственного нивелирования III и IV классов.

С XVII в. опорные наблюдения за уровнями морей в Европе постепенно концентрировались в крупных торговых или военных портах. Наблюдения выполнялись по вертикально устанавливаемым и закрепляемым разными способами рейкам (например, футштокам) с нанесенными на них шкалами, например футовыми и дюймовыми в России (петровское время). На таких объектах были накоплены одни из самых продолжительных (из сохранившихся) рядов равномерных наблюдений в Амстердаме (1700–1925), Стокгольме (1774), Кронштадте (1777), Бресте (1807), Свиноуйсце (1811) и в других пунктах.

Кронштадтский футшток расположен в восточной части Финского залива, на о.Котлин, отделяющем восточную часть Финского залива оз.Котлино от его наиболее узкой и мелководной акватории, называемой в разное время «Маркизовой лужей», или «Невской губой».

Международный проект «Уровень Балтийского моря». Первой международной программой сотрудничества стран региона Балтийского моря [3], нацеленной на унификацию «нулей» вертикальных систем отсчета с использованием спутниковых измерений, стал международный проект «Уровень Балтийского моря» / The Baltic Sea Level Project. Он был инициирован в 1989 г. [3] на Генеральной Ассамблее Международной ассоциации геодезии, являющейся Секцией геодезии Международного союза по геодезии и геофизике / Section of Geodesy of the International Union of Geodesy and Geophysics (далее – IUGG) в рамках исследовательской группы «Изучение Балтийского моря» / «Studies of the Baltic Sea», которая после заседания Генеральной Ассамблеи IUGG в Вене в 1991 г. была переименована в Специальную исследовательскую группу / Special Study Group (далее – СИГ/SSG).

На очередном заседании Генеральной Ассамблеи IUGG в г. Боулдер, США / (англ. Boulder) в 1995 г. группа СИГ/SSG получила статус Подкомиссии 8.1. Были согласованы следующие цели деятельности группы:

- унификация «нулей» вертикальных систем отсчета и их изменчивость во времени в странах Балтийского моря;
- содействие в определении гравитационного поля и геоида в регионе Балтийского моря;
- определение уровня моря и топографической поверхности Балтийского моря;
- изучение влияния рельефа морского дна;

- мониторинг послеледникового подъема суши, особенно в морской части;
- проведение новых измерений Балтийского кольца / Baltic Ring для исследования горизонтальной деформации земной коры.

В проекте «Уровень Балтийского моря» приняли участие все страны Балтийского моря. Россия присоединилась к реализации проекта в 1994 г. В ходе его выполнения в целях усовершенствования и унификации технологии прецизионного определения высотных отметок геодезических реперов и нуль-пунктов морских уровенных постов были широко использованы возможности спутниковых технологий того периода. Ожидалось, что решение указанной задачи приведет к заметному улучшению качества данных уровенных постов и сведений о деформации земной коры как источников информации о пространственно-временной изменчивости физической поверхности Балтийского моря, его дна и берегов в единой геодезической системе (геоцентрических координат). В целях достижения одной из главных целей – унификации «нулей» вертикальных систем отсчета в странах региона Балтийского моря, были организованы три балтийские кампании GPS-наблюдений в 1990, 1993 и 1997 гг. При этом компания 1997 г. была скоординирована с компанией ГНСС-наблюдений, проводившейся подкомиссией EUREF на опорных пунктах сети EUVN, и включала ГНСС-наблюдения на нескольких пунктах Северо-Западного региона России. Логичной причиной объединения этих двух кампаний явилось то, что большинство пунктов наблюдений в регионе Балтийского моря были общими для обеих сетей.

Сеть наблюдений проекта «Уровень Балтийского моря» состояла из двух частей, одна из которых была образована сетью опорных станций, а другая – сетью уровенных постов. Было задействовано 13 опорных станций.

Обработанные результаты GPS-наблюдений использовались для выполнения привязки уровенных постов Балтийского моря к единой геодезической основе (на тот момент времени – ITRF-93). Для этой цели центр антенны GPS приемника должен был быть связан с отметкой нивелирного репера уровенного поста, «нулем» системы отсчета вертикальных координат и вертикальной координатой современного значения среднего многолетнего уровня моря – СМУ (Россия) или Среднего уровня моря / Mean Sea Level – MSL.

Полученное GPS значение представляло собой эллипсоидальную высоту нивелирного репера уровенного поста, обозначаемую h^{GPS} , которая далее преобразовывалась в ортометрическую высоту H_o^{GPS} с помощью уравнения (1):

$$H_o^{GPS} = h^{GPS} - N, \quad (1)$$

где N – высота геоида над эллипсоидом.

Очевидно, что погрешность определения ортометрической высоты опорных реперов, полученной с использованием результатов GPS-наблюдений, определялась погрешностями значений h^{GPS} и N . По результатам первой кампании, которая проводилась в период неблагоприятных условий для наблюдений, вызванных повышенной активностью Солнца, рассчитанная точность эллипсоидальной высоты оказалась не лучше $\pm 4,6$ см. По данным анализа GPS-наблюдений второй и третьей кампаний эллипсоидальная высота опорных реперов была определена с погрешностью уже порядка $\pm 1-2$ см. Однако из-за приведения высот к конкретной требуемой эпохе и их исправления поправкой за послеледниковый подъем суши возникли дополнительные погрешности. Это связано, во-первых, с тем, что показания уровня моря, фиксируемые на уровенных постах, подвержены значительным отклонениям под воздействием климатических изменений. Во-вторых, скорость подъема суши, которая определяется по сериям наблюдений на уровенных постах за несколько десятилетий, имеет точность не лучше, чем $\pm 0,4$ мм/год, что за десять лет приводит к ошибке уже в 4 мм. Ещё одним, причём основным, источником погрешности являлся собственно геоид. Из-за разреженности или полного отсутствия точек гравиметрических измерений в определенных областях так называемого Фенноскандинавского шельфа, точность расчета неровности поверхности геоида варьировала по площади в разных областях шельфа от сантиметра до нескольких дециметров.

В результате трех кампаний проекта «Уровень Балтийского моря» был собран большой объем высокоточных данных ГНСС-наблюдений. Также для мест расположения уровенных постов были рассчитаны высоты твердой поверхности земной коры без приливов относительно эллипсоида GRS-80 (англ. Geodetic Reference System 1980 – глобальная система отсчета с моделью гравитационного поля Земли). GRS-80 рекомендован Генеральной ассамблеей IUGG для геодезических работ в 1979г. Кроме того, были получены серии наблюдений на уровенных постах, а также гравиметрические данные из стран Прибалтики и России. Все полученные данные были в дальнейшем использованы для расчета гравиметрического геоида для Балтийского моря и для определения морской топографической поверхности Балтики/Sea Surface Topography (далее – SST) (рис. 1).

На рис. 1 видно, что высота морской топографической поверхности SST может быть вычислена из уравнения:

$$SST = h_{ГНСС} - N - \Delta H_1 - \Delta H_2, \quad (2)$$

где $h_{ГНСС}$ является эллипсоидальной высотой, полученной по результатам ГНСС-наблюдений, N – превышением геоида над эллипсоидом, ΔH_1 определяется по результатам геометрического нивелирования, а ΔH_2 – по формуле 3:

$$\Delta H_2 = H_{ВР} - H, \quad (3)$$

где H вычисляется на основе данных наблюдений на уровне поста на эпоху ГНСС-наблюдений. Значение SST может быть вычислено для трех различных методов учета приливов твердой оболочки Земли (без прилива, средний прилив или нулевой прилив).

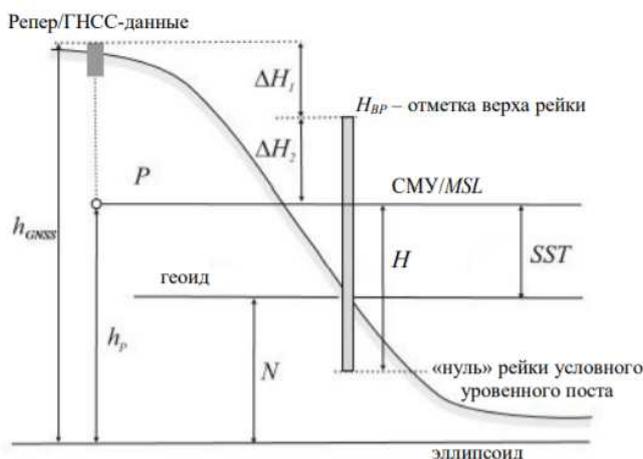


Рисунок 1. – Схема определения морской топографической поверхности SST и эллипсоидальной высоты h_p

Как показали расчеты высот морской топографической поверхности SST, выполненные относительно гравиметрического геоида Балтийского моря по данным проекта «Уровень Балтийского моря», поверхность SST (которая представляет собой сглаженную поверхность моря, освобожденную от волновых колебаний) поднимается к северу и востоку Балтийского моря. В северной части Ботнического залива морская топографическая поверхность SST примерно на 40 см выше, чем в южной части Балтики и на входе в Датские проливы из Северного моря, а в восточной части Финского залива – соответственно, примерно на 25 см выше. Расчеты SST, полученные по результатам высокоточного нивелирования на уровне постах в 1996 г, также показали аналогичный тренд.

Важным результатом проекта также явилось создание сети постоянно действующих станций ГНСС-наблюдений во всех странах Балтийского региона. К станциям национальных сетей Германии, Польши, Финляндии и Швеции добавились станции в Латвии, Литве, России и Эстонии. Кроме того, полученные в ходе выполнения проекта «Уровень Балтийского моря» данные были впоследствии использованы для расчета потенциала силы тяжести W_0 и его вариации по времени в регионе Балтийского моря.

Однако дальнейшие исследования результатов трех кампаний проекта показали, что полученные в ходе проекта на основе GPS-наблюдений и геометрического нивелирования результаты вполне вероятно содержат ошибки, повлиявшие на вычисления морской топографической поверхности SST и потенциала силы тяжести W_0 . Возможно, в том числе и по этой причине основная из целей проекта «Уровень Балтийского моря» – унификация «нулей» вертикальных систем отсчета стран Балтийского региона решена не была. Решение этой задачи на основе общеевропейской вертикальной системы отсчета EVRS, которая рассматривается ниже, в настоящее время выполняет Рабочая группа по нулю глубин Гидрографической комиссии Балтийского моря.

Проблемы установления и использования единой государственной системы высот [2]. Значительная часть существующих равномерных постов, созданных различными ведомствами на морских побережьях, крупных водохранилищах и реках, имеют высоты в существовавших ранее системах высот

(Охотской, Восточно-Сибирской, Тихоокеанской, Балтийско-Черноморской), а также в условных, принятых при проектировании и строительстве водных объектов (таких как «система высот Волгостроя», «Беломорская система высот», «система высот Истростроя» и т. п.), отличающихся от Балтийской системы высот 1977 года. Условные системы высот некоторых крупных водохранилищ отличаются от Балтийской системы высот 1977 года на величины от $-0,18$ м до $+0,88$ м:

- каскад Нивских водохранилищ (Мурманская обл.) $+0,88$ м;
- Нижнетуломское водохранилище (Кольский полуостров) $+0,275$ м;
- Ивановское водохранилище (Московское море) $-0,11$ м;
- Угличское водохранилище $-0,18$ м;
- Рыбинское водохранилище $-0,19$ м;
- Братское водохранилище (Иркутская обл.) $+0,27$ — $+0,35$ м;
- озеро Байкал и Иркутское водохранилище $+0,41$ — $+0,52$ м.

Мареограф. В 1898 году на берегу рядом с Кронштадтским футштоком был установлен *мареограф*[4] – прибор-самописец для измерения и непрерывной автоматической регистрации колебаний уровня моря. Вскоре его поместили в небольшой павильон с глубоким колодецем.

Существующий ныне павильон был построен в 1950 году. Он представляет собой сооружение в петровском стиле. Внутри него находится колодец глубиной 7 метров, сообщающийся с Финским заливом Балтийского моря. На поверхности воды находится специальный поплавок, соединенный с самописцем, непрерывно рисующим кривую колебаний уровня Балтийского моря. Средняя величина уровня Балтийского моря приведена к нулю Кронштадтского футштока. Это так называемый *прибрежный мареограф* — поплавковый самописец уровня моря.

В наши дни работа мареографа полностью автоматизирована. Однако, в соответствии с традицией, четыре раза в сутки метеоролог вручную снимает показания с бумажного самописца.

Рассказывают такую легенду (а может, это правда), когда Юрию Гагарину показали Кронштадтский футшток и павильон с мареографом, он воскликнул: «Теперь я знаю, где находится Пуп Земли!»

Отметка наводнения 1824 года

Над футштоком есть еще одна отметка[4]: 3,67 метров, 1824 год. 7 (19) ноября 1824 года произошло самое разрушительное наводнение за всю историю Санкт-Петербурга и Кронштадта.

од воду ушла практически вся территория Кронштадта, за исключением «Горы» — возвышенного участка в районе нынешних Интернациональной улицы (бывшая Богоявленская) и улицы Аммермана (бывшая Песочная). В целом, в городе не осталось ни одного неповрежденного военного или гражданского здания. Серьезный ущерб был причинен крепостным постройкам и фортам. Погибло 96 человек гражданского населения и военные, которые не могли оставить свой пост. Ущерб оценивался в несколько миллионов рублей — огромную по тем временам сумму.

Амстердамский футшток. Система высот, принятая с 1879 в Нидерландах[2]. Нулевой уровень высот — отметка в центре Амстердама на высоте 9 футов 5 дюймов над уровнем моря. Эта система высот послужила основой для Normalnull и используется до сих пор.

Именно в Амстердаме находится нулевая отметка моря, которая является таковой для всего мира. Вообще то, даже само название «Нидерланды» в переводе звучит как «Низкие земли». Более 40% поверхности страны находится как раз таки ниже уровня моря, а одна из самых высоких точек страны (гора Ваалсерберг) имеет высоту около трехсот метров. Голландцы часто поговаривают, что, дескать, Бог создал море, а их гордая нация создала берег. В этой поговорке можно достаточно быстро найти рациональное зерно, так как достаточно большие территории в прибрежных регионах страны заняты так называемыми «польдерами» – участками земли, которую сами же голландцы и насыпали.

Что касается непосредственно амстердамского футштока (это прибор для измерения уровня воды), то он был установлен в этом месте еще 1 сентября 1648 года. И так уж получилось, что в мае 1988 года уровень моря в Амстердаме был официально признан как нулевая точка отсчета. Подобное решение предприимчивые голландцы решили увековечить в памятнике, который являет собой три трубки. Так что туристы могут своими пальцами пощупать нулевую отметку, а то и вовсе опуститься ниже уровня этого самого моря не замочив при этом ботинок.

Переход на Амстердамский футшток: С 1 апреля 2018 года Таллин поднялся на 23,5 сантиметра [5].

Таллинский департамент городского планирования сообщил, что с 1 апреля 2017 года Эстония окончательно отказалась от использования Балтийской системы высот (отсчитываемой от установленной в Кронштадте отметки) и перешла на отсчет уровня абсолютных высот и впадин от Амстердамского футштока, принятого в качестве стандарта в большей части Европы. После перехода абсолютные высоты в Эстонии стали выше на 15-24 см, в зависимости от региона. В частности в Таллине высоты в среднем увеличились на 23,5 см.

До этого в Эстонии, как и на всей территории бывшего СССР, использовалась введенная в 1977 году Балтийская система высот, где за основу брался так называемый "ноль" Кронштадского футштока, показывающий многолетний средний уровень Балтийского моря.

Трехмесячный переходный период завершился 1 апреля, и теперь в Таллине регистрируются топографические и геодезические работы и чертежи только с данными по европейской системе ЕН2000, независимо от того, когда начиналась их разработка.

Исключение допускается лишь для строительных проектов, работа над которыми началась до 1 января 2018 года. Поэтому, ходатайствуя о разрешении на строительство, теперь нужно будет указывать использованную систему высот.

Заключение. Существующие проблемы высотного обеспечения нашей планеты вызваны большими отклонениями морской поверхности от урovenной, что приводит к невозможности установления единой мировой системы высот, а также возникновению большого числа не связанных между собой государственных систем высот. Современных спутниковые технологии дают направления для решения этих проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://studbooks.net/1815713/geografiya/osnovnye_natsionalnye_sistemy_vysvy
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. Журнал «НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ» 2017, №49
4. <https://anashina.com/kronshtadtskij-futshtok>
5. http://www.prosvet.ee/ArtNews.aspx?news_id=15558

УДК 551.5:551.2:528.2

**ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЕЙ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ:
ПРИЧИНЫ И СЛЕДСТВИЯ****А. В. ПРОКОПОВИЧ, Д. Н. НОВОКРЕЩЕНОВА**
(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г. А. ШАРОГЛАЗОВА)

В статье дан анализ причин, вызывающих изменения уровней морей и океанов, включая космические, климатические и техногенные. Сделан вывод, что наблюдаемое в современный период глобальное потепление климата на планете Земля во многом обусловлено действием парникового эффекта, что объясняет повышение уровня мирового океана быстрее, чем ожидалось. Показано, что проблема колебания уровней морей и океанов не только связана с жизненным существованием человека (наводнения и засухи), но и с необходимостью решения научно-технических и инженерных задач, так как высотная основа многих государств соотносится с уровнем моря.

Общеизвестно, что вода и суша на планете Земля распределены в соотношении 71 % и 29% соответственно. При этом суша сосредоточена, в основном, в северном полушарии, а водные акватории – в южном, что обуславливает более равномерный характер южного климата по сравнению с северной частью Земли. По понятным причинам население нашей планеты проживает на суше, но в силу климатических особенностей, использования морей в транспортных целях, а также как источника получения продуктов питания 40% от его общей численности размещено вблизи океанических и морских побережий. Здесь сразу же возникает практический вопрос: на сколько суша соответствует своему библейскому понятию твердь и не нанесут ли вред людям океанические воды. Увы, геологическая история развития нашей планеты показывает, что опасения имеют под собой обоснованную почву: уровни морей и океанов на самом деле непрерывно меняются, то отступая от суши, то затапливая ее, и вызывают неблагоприятные последствия для проживающего прибрежного населения.

Причин для колебания уровней морей и океанов на нашей планете предостаточно. Их можно классифицировать как космические, климатические, геологические, техногенные и т.д. Если глубже рассматривать этот вопрос, то становится понятно, что все причины взаимосвязаны друг с другом. Начнем, например, с космических факторов. Земля входит в состав Солнечной Системы, и она не может не подчиняться законам ее существования. Земля, как и другие планеты, совершает вращение вокруг Солнца по эллиптической орбите, вращается с определенной скоростью вокруг своей земной оси, имеет свой энергетический запас и не может не взаимодействовать с этими планетами через гравитацию и корпускулярные воздействия от Солнца в виде космических лучей во время солнечных вспышек. К данному пониманию человечество пришло через такое направление в философии как космизм, рассматривающее космос, окружающую природу, человека как единое взаимосвязанное целое. Здесь следует отметить, прежде всего, труды В.И.Вернадского [1] и А.Л.Чижевского [2], в которых представлено учение о биосфере, а также К.Э. Циолковского, глубоко убежденного в существовании иных разумных цивилизаций во Вселенной. Вернадский шел к пониманию космической роли жизни от цикла геологических наук, а Чижевский во главу угла поставил солнечную активность и ее влияние на органическую жизнь Земли.

Жизнь Солнечной Системы, прежде всего, движение ее планет вместе со спутниками носят периодический характер: суточное вращение Земли вокруг своей оси; годичный оборот Земли вокруг Солнца; периодическое проявление солнечной активности и связанное с ним явление переполюсовки магнитного поля Солнца в среднем через каждые 11 лет и т.д. В зависимости от расположения планет солнечной системы, главным образом, Луны и Солнца, относительно Земли меняется гравитационное поле нашей планеты, что проявляется в морских, атмосферных и литосферных приливах. Периодически 2 раза в сутки в результате морских приливов уровень гидросферы Земли колеблется на 1-3 метра, а литосферы – до 50 см. Считается, что это может быть основной причиной землетрясений и извержений вулканов, наблюдаемых, кстати сказать, и на других планетах земной группы.

Кроме землетрясений и извержений вулканов космические ритмы могут проявиться на нашей планете в виде климатических изменений (ледниковый период и глобальное потепление климата во второй половине XX столетия), колебаний уровней морей и океанов, не связанных с привычными и понятными нам морскими приливами, и приводящие к наводнениям или засухам. Космические ритмы, прежде всего, солнечная активность, согласно основателю гелиобиологии А.Л. Чижевскому оказывают влияние и на социально-общественную жизнь. На глобальном потеплении климата в XX и XXI столетиях и его влиянии на уровне мирового океана остановимся ниже более подробно.

Если к суточным приливам и отливам морей и океанов население приспособилось, то непериодические изменения их уровней, конечно же, вызывают тревогу. Природа их влияния очень сложна,

так как действуют совокупные причины, включая и хозяйственную деятельность человека. Они сложно моделируются и прогнозируются.

Наблюдаемое во второй половине XX и продолжающееся в XXI столетии глобальное потепление климата по оценкам экспертов вызвано, прежде всего, не космическими влияниями, а парниковым эффектом от промышленных выбросов. По оценкам ООН уровень мирового океана в современный период повышается быстрее, чем ожидалось. В исследованиях многочисленных ученых отмечается, что потепление климата уже привело к таянию ледников и вечной мерзлоты в Арктике и Сибири. Также установлено, что из-за таяния вечной мерзлоты выброс метана и углекислого газа в атмосферу увеличивается, что дополнительно ускоряет глобальное потепление и повышение уровня морей и океанов.

Проблема колебания уровней морей и океанов не только связана с жизненным существованием человека, но и с необходимостью решения научно-технических и инженерных задач. Высотная основа многих государств соотносится с уровнем моря. Республика Беларусь и Россия развивают свои нивелирные сети относительно нуля Кронштадтского футштока, установленного по результатам многолетних равномерных наблюдений Балтийского моря. Страны Европы за начало счета высот берут Амстердамский футшок, который через залив связан с Северным морем. Карта скоростей современных вертикальных движений земной коры (СВДЗК) [3] строится относительно абсолютных значений скоростей этих движений на морских равномерных постах. Трудно переоценить сведения о колебаниях уровней морей и океанов для морского флота.

Поэтому интерес к уровню морей и океанов у человечества существует с незапамятных времен, а с 19 столетия появились данные инструментальных наблюдений, сейчас с применением спутниковых технологий. Очень важно, что информированность современных ученых и заинтересованных специалистов благодаря интернету и геоинформационным системам достигла такого уровня, что при исследованиях колебаний морских уровней появилась возможность использовать комплексный многодисциплинарный подход самых различных наук: геодинамики, геодезии, геологии, климатологии, инженерной геологии, охватывающей, в том числе, техногенез и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. – М.: Айрис-пресс, 2012. – 576 с. – (Библиотека истории и культуры).
2. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. — М., 1976.
3. Различные электронные ресурсы, такие как https://ru.qwe.wiki/wiki/Sea_level_rise, https://ru.wikipedia.org/wiki/Повышение_уровня_моря, <https://infourok.ru/prezentaciya-globalnoe-poteplenie-i-ego-posledstviya-1054637.html>, <https://infourok.ru/prezentaciya-po-biologii-na-temu-izmenenie-klimata-prichini-i-posledstviya-451032.html>.

УДК 528.88(83)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

И. В. ХОДЬКО

(Представлено: М. В. МАКАРОВА)

Статья посвящена анализу основных направлений использования данных дистанционного зондирования Земли, являющихся в настоящее время наиболее важным источником пространственной информации для картирования особенностей водных объектов, управления природными ресурсами и изучения изменения окружающей среды.

Дистанционное зондирование Земли (далес-ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры [1].

В настоящее время основной объём информации для решения множества сложных задач развития городских и сельских территорий имеет явную пространственно-территориальную направленность. Главенствующие механизмы развития экологического каркаса территорий нуждаются в точных и актуальных пространственных данных. Методы получения такой информации приобретают все более индустриальный характер. Для организованного хранения и поиска нужной информации, ее обработки и анализа требуются современные эффективные инструменты, основанные на компьютерных технологиях. В науках о Земле информационные технологии породили геоинформатику и географические информационные системы (ГИС). Применение геоинформационных технологий, данных дистанционного зондирования Земли, новейших программных средств самым эффективным образом сказывается на качестве принятия обоснованных управленческих решений и, что немаловажно, на разработке картографических материалов аналитического характера (карт водоохраных зон, санитарно-защитных зон городов и т.п.). [2]

С 1972 г. спутниковые фотоснимки всей планеты создает в реальном времени проект Landsat (рис. 1). По снимкам Landsat можно получить сведения о всей земной поверхности, а также об ее изменениях за последние десятилетия [3]. Именно этот проект остается главным источником данных дистанционного зондирования Земли для всех публичных картографических сервисов, связанных с оценкой состояния объектов окружающей среды в связи с достаточной информативностью, связанной с наличием множества спектральных диапазонов.

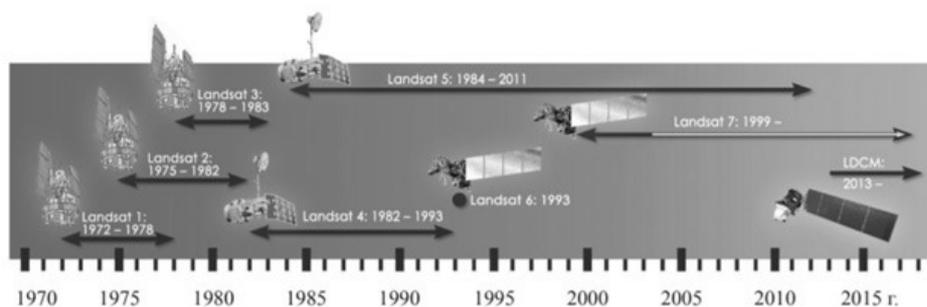


Рисунок 1. – Состав космической группировки Landsat[4]

Важным источником данных в Республике Беларусь является Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли. **Снимки спутника БКА имеют высокое пространственное разрешение – 2м и спектральное разрешение - 0,52 - 0,86(мкм).** Область применения этих снимков – это мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в том числе стихийных гидрометеорологических явлений: пожаров, паводков и наводнений и не только.

Области применения космических снимков можно разделить на пять общих категорий:

1. Использование снимка в качестве простейшей карты(схемы) или, точнее, основы, на которую можно наносить данные из других источников в отсутствие более точных карт, отображающих современную обстановку.

2. Определение пространственных границ и структуры объектов для определения их размеров и измерения соответствующих площадей. При этом очень важно предварительно провести геометрическую коррекцию снимка.

3. Инвентаризация пространственных объектов на определенной территории.
4. Оценка состояния территории.
5. Количественная оценка некоторых свойств земной (водной) поверхности.

Дистанционное зондирование водных объектов может быть использовано с целью обнаружения загрязнения вод (рек, озёр, водоёмов и т.д.). Выделяют два основных типа загрязнения: сточными водами и промышленными отходами. В первом случае сточные воды поступают в неочищенном или недостаточно очищенном состоянии в водоёмы. Во втором – это промышленные загрязнения, связанные в большей мере с добычей полезных ископаемых. Чаще всего это обусловлено ливневым стоком с бортом разреза мыли и мелкой фракции, содержащей различных вещества, которые несут опасность окружающей среде. В результате изменяются физические свойства воды (повышается температура, уменьшается прозрачность, привкусы и запахи); на поверхности подоёма появляется плёнка, а на дне образуется осадок; изменяется химический состав воды. Загрязнённые водоёмы становятся непригодными для питьевого, а часто и для технического водоснабжения; теряют рыбохозяйственное значение и т.д. [5]

Вполне очевидно, что водное хозяйство — это сфера, в которой использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геоинформационных технологий трудно переоценить. С помощью данных ДЗЗ и программных комплексов по их обработке можно решать многие важные задачи, в том числе такие как:

- инвентаризация водохранилищ и других водных объектов;
- постоянные наблюдения за состоянием дамб и других водозащитных и гидротехнических сооружений;
- оценка экологического состояния водных объектов, в том числе выявление загрязнённых в результате аварийных сбросов и разливов вредных веществ участков водоемов, выявление источников загрязнения;
- изучение русловых процессов и картографирование микрорельефа дна на мелководье;
- прогнозирование и оперативный мониторинг наводнений, моделирование процессов затопления территории в результате наводнений;

Краткая сводка основных областей применения данных ДЗЗ для гидрологических исследований представлена в таблице ниже [6].

Таблица. – Основные области применения данных ДЗЗ для гидрологических исследований

Водные ресурсы	Океанография
Картографирование границ водных поверхностей	Исследование живых организмов
Картографирование мест затопления	Исследование течений и мутности воды
Определение границ и толщины снежного покрова	Картографирование изменений береговой линии
Гляциология	Картографирование рельефа мелководного шельфа
Изучение «цветения воды», переноса и осадения наносов	Слежение за ледовой обстановкой
Инвентаризация озёр	Изучение волн и океанических вихрей
Экологический мониторинг	Гидроморфологические исследования
Определение границ ирригационных полей	

Мониторинг поверхностных вод – это система регулярных наблюдений за состоянием поверхностных вод по гидрологическим, гидрохимическим, гидробиологическим и иным показателям в целях своевременного выявления негативных процессов, прогнозирования их развития, предотвращения вредных последствий и определения степени эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод. Наблюдения осуществляют структурные подразделения организаций, подчиненных Минприроды Республики Беларусь.

Мониторинг поверхностных вод на территории Республики Беларусь проводится в 297 пунктах наблюдений. Регулярные наблюдения осуществляют на 160 водных объектах, из них 86 водотоков (176 пунктов наблюдений) и 74 водоема (121 пункт наблюдений).

Важным направлением развития мониторинга поверхностных вод в последние годы является поэтапное развертывание наблюдений по гидроморфологическим показателям, осуществляемое в рамках государственной программы [7].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что дистанционное зондирование является перспективным методом формирования баз данных, пространственное, спектральное и временное разре-

ние которых будет достаточным для решения задач рационального использования природных ресурсов. Ресурсы Земли не бесконечны, и поскольку их эксплуатация увеличивается по мере роста количества и уровня жизни населения, все более насущной становится задача их разумного и бережливого использования. В этом отношении дистанционное зондирование является эффективным методом инвентаризации природных ресурсов и мониторинга их состояния. Поскольку дистанционное зондирование позволяет получать информацию о любых областях Земли, включая поверхность морей и океанов, сферы применения этого метода действительно безграничны.

Таким образом, важным направлением развития мониторинга поверхностных вод в последние годы является поэтапное развертывание наблюдений по гидроморфологическим показателям, осуществляемое в рамках государственной программы Республики Беларусь «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов на 2016 - 2020 годы». Эффективное управление водными ресурсами, проблемы рационального водопользования и оценки качества воды также являются приоритетными задачами многих международных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]: Официальный сайт факультета географии и геоинформатики. Режим доступа: <https://geo.bsu.by/images/pres/soil/dsgis/dsgis03.pdf> – Дата доступа: 19.09.2020.
2. Трутнев Э.К. Правовое зонирование города. Введение в проблемы градорегулирования в рыночных условиях. М.: Фонд «Институт экономики города», 2002. -106 с.
3. Landsat[Электронный ресурс]: Официальный сайт Геологической службы США. Режим доступа: <https://landsat.usgs.gov/> – Дата доступа: 19.09.2020.
4. Lans[Электронный ресурс]: Официальный сайт новостей космической деятельности. Режим доступа: <https://ecoruspace.me/Серия+Lans> – Дата доступа: 19.09.2020
5. [Электронный ресурс]: Официальный сайт научной электронной библиотеки «Киберленинка». Режим доступа: <https://elck.ru/QzqUi> – Дата доступа: 19.09.2020
6. Дистанционное зондирование и географические информационные системы [Текст] : учебник / А. М. Чандра, С. К. Гош ; пер. с англ. А. В. Кирюшин. - М. : Техносфера, 2008. - 307 с. : ил.
7. НСМОС [Электронный ресурс]: Официальный сайт главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/174.html> – Дата доступа: 19.09.2020.

УДК 528.88(83)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

И. В. ХОДЬКО

(Представлено: М. В. МАКАРОВА)

Большинство водных объектов имеет пространственную привязку, поэтому использование спутниковых снимков для целей учета и мониторинга позволяет с высокой долей вероятности их дешифровать. Космические снимки способствуют картографированию и наблюдению за динамикой водных ресурсов.

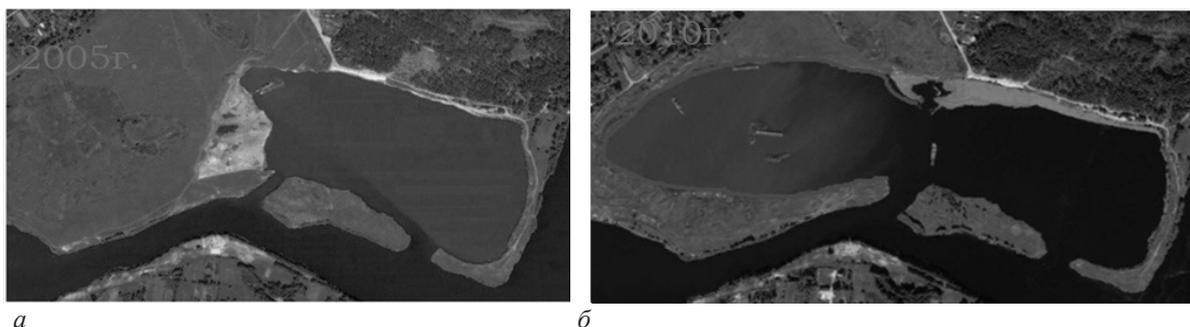
Эффективное управление водными ресурсами — одна из важных глобальных задач, стоящих перед человечеством. Проблемы рационального водопользования и оценки качества воды являются приоритетными задачами многих международных проектов.

По результатам проведенного исследования автором была подготовлена таблица по открытым данным дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ), которые, по мнению автора, могут применяться для гидрологических исследований.

Таблица. – Источники ДДЗЗ, применяемые для гидрологических исследований [1]

Спутник	Ссылка на ресурс	Разрешение пространственное	Разрешение спектральное	Область применения
БКА	https://gis.by/ru/tech/bka	2(м)	0,52 - 0,86(мкм)	Мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в т. ч. стихийных гидрометеорологических явлений: пожаров, паводков и наводнений
IRS-pan	http://www.geogr.msu.ru/science/projects/geoportal/data/satellites/irs_p5.php	PAN - 5,8(м)	0,5-0,75(мкм)	Сбор данных для мониторинга состояния земельных, водных и сельскохозяйственных ресурсов
CARTOSA T-1	https://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/#sat-317	PAN-F — 2,452 (м)	0,500-0,850 (мкм)	Можно использовать для картографирования водных объектов
SPOT	https://wiki.gis-lab.info/w/	PAN-10(м)	0,61-0,68(мкм)	Чтобы определить границы интересующих нас водных объектов с целью обнаружения возможных загрязнений, определения их типов и очагов локализации, применяются алгоритмы классификации с обучением, а также анализ спектральной отражательной способности объектов
RapidEye	http://www.rapideye-satellite.ru/satellites	6,5 (м)	0,76–0,88 (ближний ИК)	Использование спутников RapidEye особенно перспективно для задач мониторинга в разных отраслях, включая водное хозяйство
Landsat(8)	http://www.geogr.msu.ru/science/projects/geoportal/data/satellites/landsat.php	30(м)	0,433-1,390(мкм)	Снимки, полученные со спутников Landsat, являются уникальным ресурсом для проведения множества научных исследований в области земельных и водных ресурсов картографии, геологии, разведки. Основным преимуществом является наличие канала 1 (темно-синий и фиолетовый) для изучения прибрежных вод и аэрозолей

В рамках исследования автором была проведена работа по поиску изменений различных характеристик водных объектов на разновременных спутниковых снимках, находящихся в открытом доступе. В результате анализа разновременных ДДЗЗ были найдены космические снимки, где произошли заметные изменения площади зеркал водоёмов, а также изменения русла рек. Исследование изменения площади зеркала водоёма вблизи реки Муховец представлено на рисунке 1.



a – снимок 2005 года; *б* – снимок 2010 года

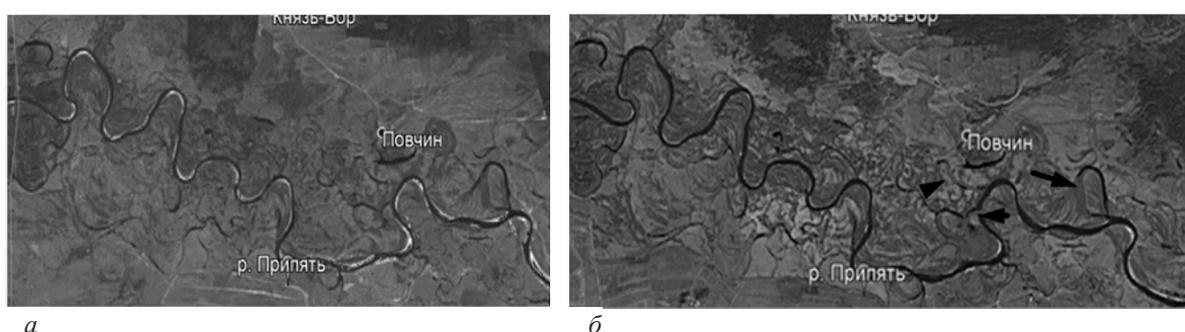
Рисунок 1. – Исследование изменения площади зеркала водоёма
вблизи реки Муховец, Брестская область

Анализ проводился методом визуального сличения, однако программные комплексы для обработки ДДЗЗ (ПК ENVI, ERDASIMAGINE и др.) позволяют провести автоматическое выделение контуров водных объектов в результате использования различных методов классификации.

Из алгоритмов классификации без обучения в программном комплексе ENVI реализованы алгоритмы IsoData и K-Means. Эти алгоритмы относятся к группе так называемых процедур кластеризации спектральнональных изображений. Из алгоритмов классификации с обучением в программном комплексе ENVI реализованы алгоритмы, основанные на методах параллелепипедов, минимальных расстояний, Махаланобисова расстояния, максимального правдоподобия, спектрального угла, двоичного кодирования [2].

Таким образом, на основе результатов визуального дешифрирования снимков, можно заключить, что за 15 лет площадь зеркала водоёма увеличилась более чем в 2,5 раза.

Следующим этапом в работе стало исследование изменения русел водотоков (рисунок 2). Для анализа было решено выбрать реку Припять, которая расположена в Гомельской области и является главным источником выноса радионуклидов, впадая в Киевское водохранилище. Припять – крупнейший по площади бассейна, длине и водности правый приток Днепра.



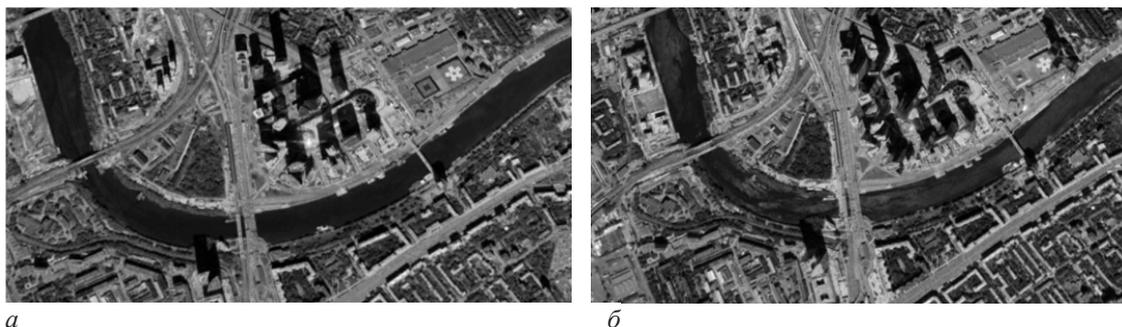
a – снимок 1984 года; *б* – снимок 2004 года

Рисунок 1. – Исследование изменения устья
реки Припять, Гомельская область

На основе визуального дешифрирования снимков, можно сделать вывод о том, что за 20 лет устья реки расширились.

Следующим этапом исследования стал анализ информативности космических снимков на предмет распознавания загрязнения нефтепродуктами и другими веществами, оказывающими негативное влияние на экосистемы водоёмов и водотоков. Исходя из анализа информации, можно заключить, что использование спутниковых снимков различного спектрального и высоко пространственного разрешения способствует получению информации о площади загрязнения, интенсивности и скорости распространения, продолжительности нахождения загрязнителя в верхних слоях воды, прогнозирования экологических мероприятий и т.д.

По мнению автора, применение ДДЗЗ с целью обнаружения области распространения топлива является эффективным инструментом для экологических мероприятий и прогнозу дальнейшего состояния водных объектов.



а – снимок 2019 года; *б* – снимок 2020 года

Рисунок 1. – Исследование загрязнения реки Амбарная нефтепродуктами, Норильск [2]

Можно отметить, что на снимке 2020 года (после аварии в Норильске) отчётливо видны нефтепродукты в реке. Площадь загрязнения оценивается в 180 тыс. квадратных метров.

Рассмотренные выше ДДЗ различного пространственного, спектрального разрешения, способствуют не только оперативному наблюдению за динамикой состояния водных объектов, но и позволяют достаточно достоверно определять различные количественные и качественные гидрологические характеристики, что способствует более эффективному проведению мониторинга состояния водных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данные о спутниках[Электронный ресурс]: Геопрограммное агентство «Иннотер». – Режим доступа: <https://innoter.com/sputniki/> – Дата доступа: 19.09.2020.
2. Зраенко С. М. Алгоритмы классификации изображений в пакете прикладных программ ENVI / С. М. Зраенко, А. Ю. Емельянов // Новые образовательные технологии в вузе: Шестая международная научно-методическая конференция, 2-5 февраля 2009 года : сборник тезисов докладов : Часть 2. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. — С. 131-134.
3. Авария на ТЭЦ в Норильске[Электронный ресурс]: "Интерфакс" - крупнейшая в СНГ частная диверсифицированная информационная группа, признанный лидер российского информационного рынка в сегменте В2В.. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/chronicle/avariya-na-tecz-v-norilске.html> – Дата доступа: 19.09.2020.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 539.421

МЕХАНИКА РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**А. Ю. БАРАНОК, И. Д. РОДЕВИЧ**
(Представлено: **Е. С. БОРОВКОВА**)

В данной работе рассматриваются вопросы механики развития трещин, описывается механизм зарождения трещины при приложении к твёрдому телу механического напряжения, а так же механики разрушения строительных материалов. Изученный материал послужит для дальнейших исследований в области физического материаловедения.

Введение. Механика развития трещин связана с изучением законов разделения кристаллического или континуального тела на части под действием механических усилий или иных внешних причин. Разрушение может быть частичным или полным. При частичном разрушении в теле возникают повреждения материала в виде отдельных трещин или в виде распределённых по объёму дефектов материала, приводящих к изменению (в неблагоприятную для прочности сторону) механических свойств материала. При полном разрушении происходит разделение тела на части [1].

Существует несколько возможных механизмов зарождения трещины при приложении к твёрдому телу механического напряжения. Один из них – дислокационный.

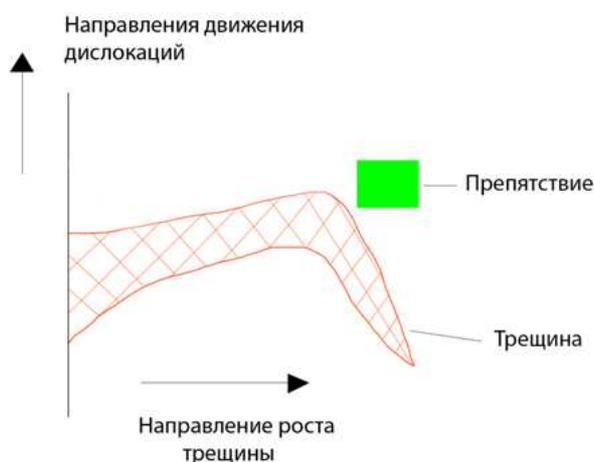
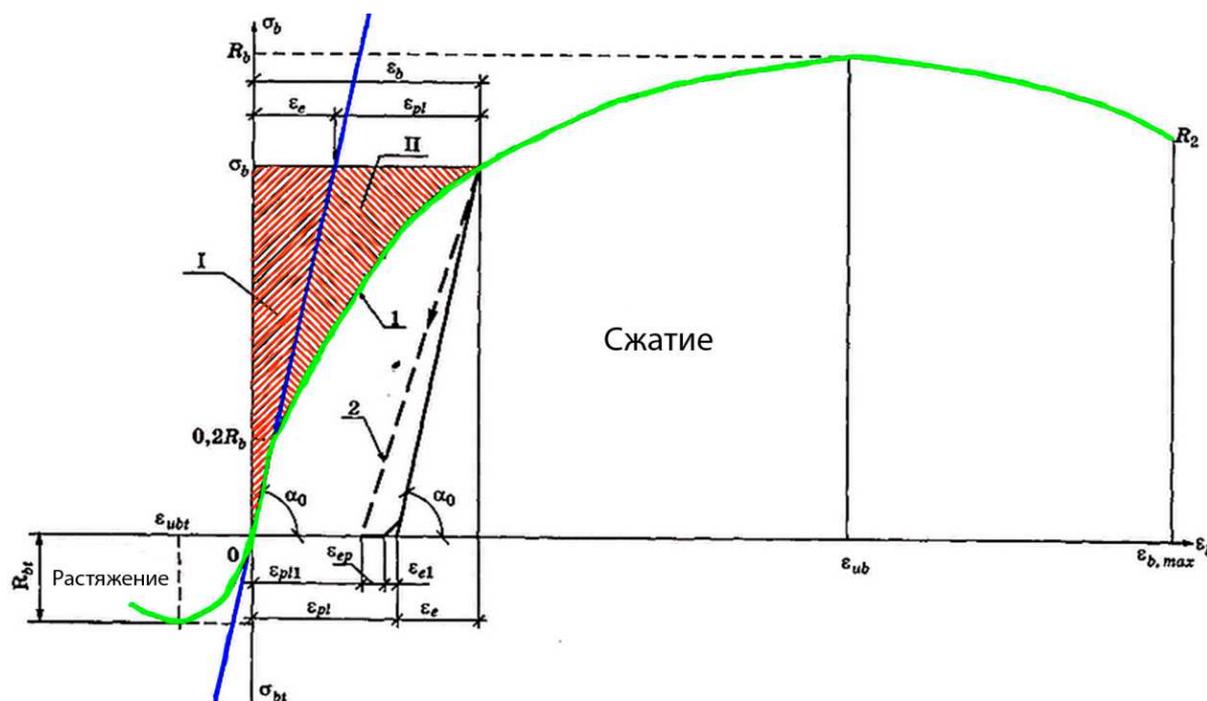


Рисунок 1. – Образование трещины под действием нормальных напряжений

При приложении растягивающего напряжения в материале, в нем возникает скольжение краевых дислокаций вдоль какой-либо плоскости скольжения. Если на пути движущихся дислокаций встречается препятствие (граница зерен, места пересечения плоскостей скольжения), то головная дислокация у препятствия остановится. Следующая дислокация “наваливается” на неё, и головная испытывает давление. Оно растёт по мере подхода следующих дислокаций. Напряжение может оказаться таким большим, что вблизи головной дислокации возникает клиновидная трещина. Она представляет собой объединение ближайших к препятствию дислокаций [2].

Задачи механики разрушения. При действии циклических нагрузок или при совместном воздействии нагрузок и окружающей среды с течением времени трещина будет расти. Чем длиннее трещина, тем большую концентрацию напряжений она вызывает. Это означает, что скорость развития трещины с течением времени будет увеличиваться. Из-за наличия трещины прочность конструкции уменьшается; она становится меньше, чем исходная прочность, на которую была рассчитана. Через некоторое время прочность настолько уменьшится, что конструкция уже не будет способна выдержать случайные высокие нагрузки, которые могут возникнуть при эксплуатации. С этого момента конструкция легко разрушается. Если такие случайные высокие нагрузки не возникают,

то трещина продолжает расти до тех пор, пока прочность не становится столь низкой, что разрушение происходит при нормальных эксплуатационных нагрузках. Проектировщик должен предвидеть возможность растрескивания и, следовательно, допускать возможность разрушения конструкции. Это означает, что конструкция может иметь лишь ограниченную долговечность. Конечно, вероятность разрушения должна быть достаточно низкой в течение всего времени эксплуатации. Для обеспечения надёжности конструкции необходимо предсказать, как быстро будут расти трещины, и как быстро будет уменьшаться остаточная прочность. Осуществление таких предсказаний и развитие методов их получения являются предметом механики разрушения.



I – область упругих деформаций; II – область пластических деформаций;
 1 – нагрузка; 2 – разгрузка;
 ϵ_{ub} – предельная сжимаемость; ϵ_{ubt} – предельная растяжимость; $\epsilon_{b, max}$ – максимальная сжимаемость при нисходящей ветви диаграммы

Рисунок 2. – Диаграмма зависимость между напряжениями и деформациями в бетоне при сжатии и растяжении

Также известно, что состояние вещества определяется количеством энергии, которая связывает составляющие компоненты в единое целое, и прочность этой связи [3]. В таблице 1 представлены значения энергий связи основных минералов цемента.

Таблица 1. – Энергия связи между минералами

Минералы	Величина энергии связи (кДж/моль)
$3CaO \cdot SiO_2$	5239,2
$2CaO \cdot SiO_2$	4139,3
$3CaO \cdot Al_2O_3$	6246,6
$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	9715,5
$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$	12062,4

Заключение. Ввиду отсутствия единой теории процесса разрушения изучают различные закономерности этого явления на разных масштабных уровнях. Так же можно изучать процесс разрушения при

помощи компьютерных программ, в которых можно моделировать микроструктуру различных цементных паст, что и является дальнейшим направлением в нашей научной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева Е.А. Основы механики разрушения : учеб. пособие. Пермский государственный технический университет.
2. Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела инженеров: учеб. пособие. – М: Техносфера, 2012. – 560 с.
3. Сулейманова Л.А., Сулейманов А.Г., Ерохина И.А. Общая закономерность получения материалов с высокими качественными показателями // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2006. – № 15. – С. 155.

УДК 691.32

**СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЦЕМЕНТНЫХ И БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ****И. Д. РОДЕВИЧ, А. Ю. БАРАНОВ****(Представлено: Е. С. БОРОВКОВА)**

В данной работе рассмотрены этапы гидратации бетона с помощью виртуальной лаборатории VCCTL для тестов бетона и цемента. Представлены различные этапы структурирования бетона, геометрические формы заполнителя, пор, указаны диапазоны варьирования их характерными размерами и ориентацией в пространстве цементной матрицы.

Введение. Как известно, все свойства композиций, в том числе цементных, напрямую связаны со структурой, при этом создание материала с требуемым уровнем величин определенных характеристик диктует свои, зачастую противоречивые (по отношению к другим свойствам) требования к параметрам структуры. В связи с этим возникает сложная задача получения цементных систем с заданными свойствами, показатели которых удовлетворяли бы определенному комплексу условий эксплуатации [1]. В настоящее время существует большая база данных о цементных композиционных материалах, обладающих своими свойствами и собственными условиями эксплуатации. Значительная часть данных была получена с помощью длительных экспериментов. Современная наука даёт нам предпосылки к созданию цементных композиций с использованием компьютерного моделирования. Очень важна оценка начальных этапов формирования контактов в бетоне, так как это позволит предугадывать протекание процесса твердения и анализировать некоторые физические свойства бетона. В этом нам могут помочь современные компьютерные программы. Также с помощью программ можно моделировать микроструктуры различных цементных паст, что значительно экономит время, материалы, человеческий ресурс и деньги за счёт сокращения количества физических испытаний выполняемых с бетоном в лабораториях. Для этого моделирования мы использовали программу VCCTL.

The Virtual Cement and Concrete Testing Laboratory (VCCTL) — программа, предоставляющая виртуальную испытательную лабораторию, которую могут использовать инженеры и технологи для виртуального тестирования цементной пасты и бетонных изделий. Ядром виртуальной испытательной лаборатории является компьютерная модель для моделирования гидратации и развития микроструктуры материалов на основе цемента.

Предполагаемая польза от данной программы в быстром создании удобной виртуальной среды для оценки и оптимизации цементных материалов. С помощью данной программы мы сможем [2]:

- 1) создавать виртуальные материалы используя тщательно подобранные цементные порошки, дополнительные вяжущие материалы, наполнители и заполнители;
- 2) моделировать отверждение материалов с возможностью отслеживания широкого диапазона условий;
- 3) рассчитывать термические, механические и транспортные свойства в зависимости от обработки.

Моделирование. В цементном тесте частицы цемента можно уподобить зернам заполнителя в крупнопористом бетоне. Роль обволакивающего слоя цементного теста вокруг зерен в данном случае играют оболочки новообразований - продуктов гидролиза и гидратации цементных минералов [3]. Однако аналогия в формировании структуры цементного камня и крупнопористого бетона не безгранична. Она имеет место сразу после затвердевания цементного камня, а в последующем при дальнейшей гидратации цемента может быть нарушена, поскольку с ростом объема новообразований может измениться структура пор, наглядно в этом можно убедиться, используя структурно-имитационного моделирования. Согласно [4], в качестве файла данных цемента, был выбран цемент с кодировкой 133, с дополнением мелкого заполнителя, что соответствует характеристикам цемента Белорусского цементного завода.

На рисунке 1 представлены этапы структурирования бетона через 24, 72 и 144 часа твердения. Мы можем отследить изменения микроструктуры бетона в процессе гидратации с течением времени, что в дальнейшем позволит отследить образование микротрещин и деформаций (производственных дефектов). Гидратация микроструктур может быть смоделирована в соответствии с различными условиями твердения, а полученный в результате материал может быть проанализирован на ряд свойств, включая линейные модули упругости, прочность на сжатие, относительные коэффициенты диффузии.

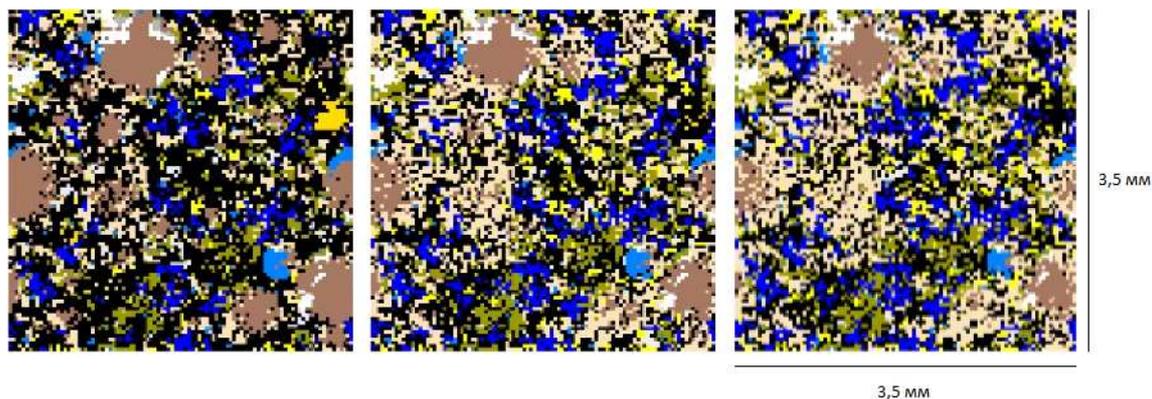


Рисунок 1. – Пример гидратации бетона в течение 24, 72 и 144 часов эксперимента в программе VCSTL

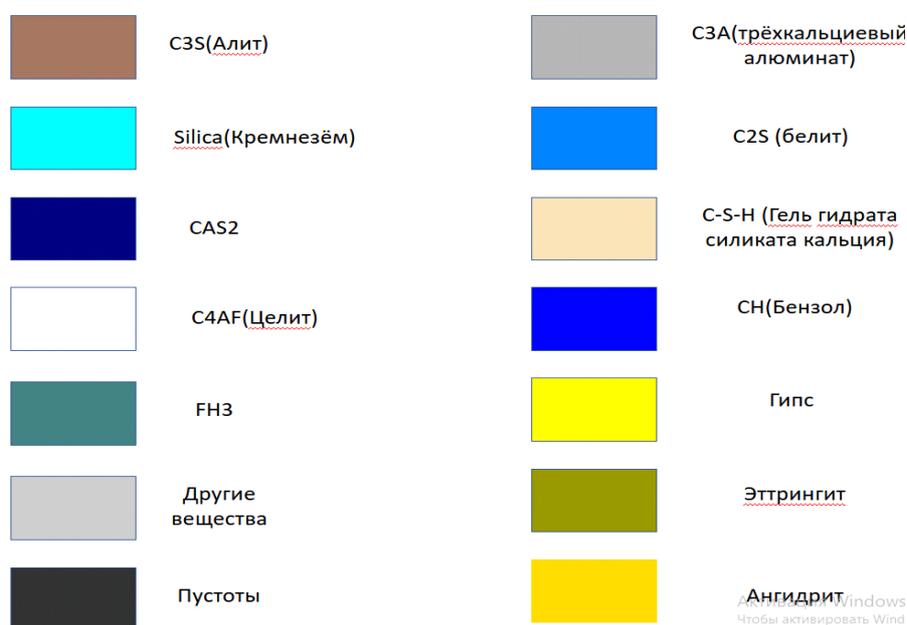


Рисунок 2. – Условные обозначения структурных элементов в программе VCSTL

В качестве основного вывода можно заключить, что задача структурно-имитационного моделирования элементов цементного композита является комплексной и требует тщательного изучения на каждом из этапов моделирования матрицы, заполнителя и пор. А именно: на этапе создания их геометрии и ориентации элементов в пространстве и назначения эффективных свойств, на этапе закрепления созданной модели и ее нагружения. Знание того, какой вклад вносит отдельная фаза при различных вариациях технологических факторов в макросвойства материала, дает новое понимание результатов экспериментальных исследований

Заключение. Данная программа существенно упрощает проведение экспериментов и предсказание возможных процессов и образований в цементном тесте и бетоне без проведения дополнительных опытов в лабораториях. Компьютерное моделирование даёт нам более широкую картину процессов, которые происходят в бетонных конструкциях и позволяет нам сократить затраты на проведение опытов в лабораториях. Дальнейшие испытания планируется провести в соответствии с наиболее перспективными областями моделирования бетонных конструкций с помощью таких программных комплексов как Ansys, SolidWorks и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов А.М. Исследование свойств цементных систем методом структурно-имитационного моделирования/ Харитонов А.М. // Строительные материалы. Наука. – 2008. – № 9. – С. 81–83.

2. <https://www.nist.gov/services-resources/software/vcctl-software> [Электронный ресурс]
3. Юхневский П.И. Компьютерное моделирование процессов структурообразования и свойств цементных композиций / П.И. Юхневский, М.С. Говорушко, О.Е. Пирожкин // Инновационная подготовка инженерных кадров на основе европейских стандартов (Еврокодов): материалы Международной научно-технической конференции (Минск, 30 мая 2017 г.) / [редколлегия: В. Ф. Зверев, С. М. Коледа]. - Минск: БНТУ, 2017. - С. 202-210.
4. Юнг В.Н. Основы технологии вяжущих веществ // М.: Государственное издательство литературы по строительным материалам. 1951. — 548 с.
5. Кондращенко В.И., Кудрявцева В.Д., Кендюк А.В., Семак А.В., Кондращенко Е.В.. Имитационная модель макроструктуры бетона / В.И. Кондращенко, В.Д. Кудрявцева, А.В. Кендюк, А.В. Семак, Е.В. Кондращенко // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2010. – № 52. – С. 21–35.
6. Скворцов Ю.В., Глушков С.В., Хромов А.И. Моделирование композитных элементов конструкций и анализ их разрушения в САЕ-системах MSC.Patran-Nastran и ANSYS: электрон. учеб. пособие / Ю.В. Скворцов, С.В. Глушков, А.И. Хромов; Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (Нац. исслед. ун-т). – Самара, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

УДК 691.322.7

**ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА
НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА****А. В. БРИЛЬ***(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)*

В работе исследовано влияние золы и дисперсного армирования отходами щелочестойкой стеклосетки на водопоглощение по массе. Экспериментальным методом найден оптимальный процент замены песка на золу, что оказывает минимальное воздействие на водопоглощение. Установлено, что зола влияет на водопоглощение, а иногда и уменьшает его.

Анализ литературы показал, что современное строительство нуждается в улучшении эксплуатационных свойств материалов при одновременном уменьшении их стоимости. Этого можно достигнуть за счёт добавления волокон в качестве дисперсного армирования [1, 2].

При армировании фиброй достигается улучшение свойств бетона. Одним из важнейших показателей является водопоглощение по массе, так как от этого параметра зависят такие важные физико-технические характеристики как коррозионная стойкость, морозостойкость, прочность на сжатие и прочность на растяжение при изгибе. В качестве фибры были приняты отходы производства ОАО «Полоцкстеловолокно».

Отходами являются обрезки щелочестойкой стеклосетки ССШ-160(100)-1800/1800 (рис. 1). Основные характеристики волокна представлены в таблице 1.



**Рисунок 1. – Отходы производства щелочестойкой стеклосетки
ССШ-160(100)-1800/1800**

Таблица 1. – Характеристики волокна

Свойства волокна	Значение
Длина волокна, мм	20-25
Номинальная масса, г/м ²	160
Разрывная нагрузка, Н	1800
Химическая устойчивость	Очень высокая
Электрическая проводимость	Очень низкая

Помимо армирующего волокна, для увеличения прочностных характеристик бетона, применялись отходы энергетической промышленности, а именно – зола. Ранее было установлено, что зола действительно увеличивает прочность фибробетона. В данном эксперименте следует установить влияние золы на водопоглощение фибробетона.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены образцы следующего состава: песок, вода, зола, портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» СЕМІ 42,5Н; водоцементное

отношение принято В/Ц=0,4, отношение массы цемента и песка равнялось 1:3. После формирования образцы-модели подвергались тепловлажностной обработке, затем были извлечены из опалубки и помещены в нормально-влажностные условия на 24 часа.

В эксперименте один образец был контрольным, содержащим в себе 15% отходов щелочестойкой стеклосетки, так как именно этот образец в прошлых испытаниях показал максимальное значение прочности на растяжение при изгибе. Образцы 2, 3 и 4 содержали в себе 5% отходов щелочестойкой стеклосетки и золу, заменяющую 5, 7,5, и 10% песка, соответственно. Образцы 5, 6 и 7 содержали в себе 15% отходов щелочестойкой стеклосетки и золу, заменяющую 5, 7,5, и 10% песка, соответственно. Матрица планирования и полученные результаты эксперимента представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2. – Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер образцов	% замены песка на золу	% отходов щелочестойкой стеклосетки	Водопоглощение, % по массе
1	-	15	2,68
2	5	5	2,5
3	7,5	5	2,59
4	10	5	2,80
5	5	15	2,47
6	7,5	15	2,52
7	10	15	2,93

По полученным данным построены графики зависимости водопоглощения по массе от процента золы и содержания фибры (рис. 2). Прирост водопоглощения показан в таблице 3.

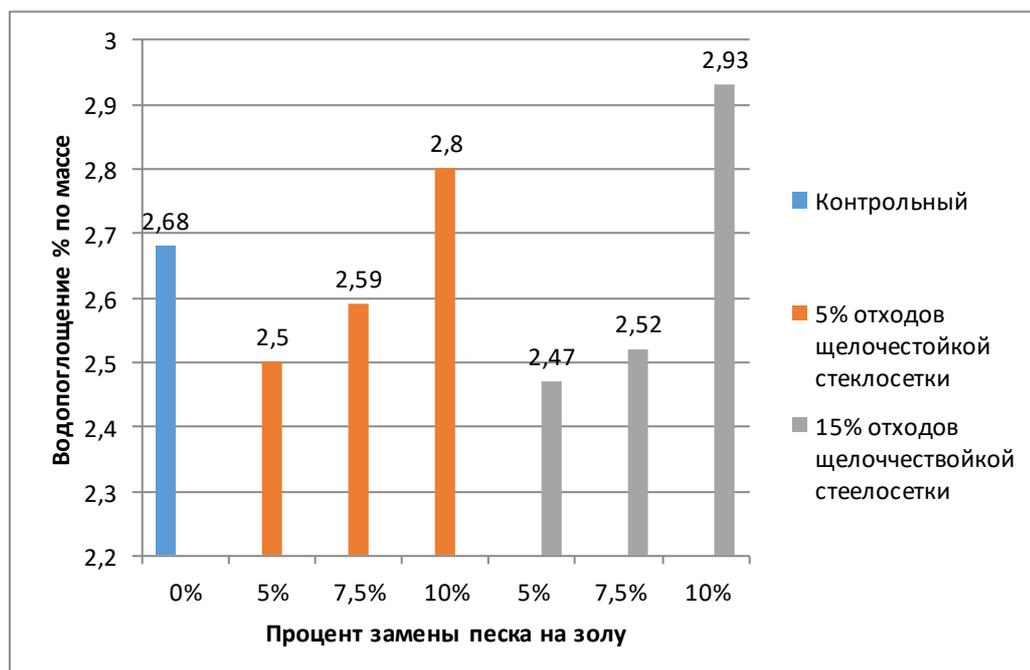


Рисунок 2. – Зависимость водопоглощения по массе от процента замены песка на золу

Зависимости водопоглощения бетона от различной дозировки золы свидетельствуют, что при замене 5% песка на золу при содержании 15% фибры, отмечается максимальное снижение водопоглощения бетона. Однако, при увеличении дозировки золы, водопоглощение пропорционально увеличивается, так при 15% фибры и 10% золы, прирост водопоглощения составляет 3,79%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при незначительном проценте замены песка на золу, водопоглощение уменьшается, но увеличение процентного содержания – приводит к увеличению водопоглощения, не зависимо от количества фибры в бетоне.

Таблица 3. – Прирост водопоглощения по массе образцов

Номер образцов	% замены песка на золу	% отходов щелочестойкой стеклосетки	Водопоглощение по массе, %	Прирост водопоглощения по массе, %
1	-	15	2,68	-
2	5	5	2,5	-6,59
3	7,5	5	2,59	-3,29
4	10	5	2,80	4,76
5	5	15	2,47	-7,62
6	7,5	15	2,52	-5,81
7	10	15	2,93	3,79

Минимальный прирост водопоглощения по массе составил -7,62% при замене 5% песка на золу и содержании 15% фибры от массы цемента. Максимальный прирост водопоглощения по массе составил 4,76% при замене 10% песка на золу и содержании 5% фибры от массы цемента. На основе анализа результатов экспериментальных исследований осуществлена оценка эффективности влияния замены части песка на золу и дисперсного армирования отходами производства щелочестойкой стеклосетки. Использование золы в малых дозировках приводит не только к увеличению прочностных характеристик, но и к уменьшению водопоглощения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключев С.В. Дисперсно армированный стекловолокном мелкозернистый бетон / С.В. Ключев, Р.В. Лесовик // Бетон и железобетон. 2011. – С. 4-6.
2. Хватынец В.А. Тенденции в области совершенствования конструкций при проектировании и строительстве автомобильных дорог / В.А. Хватынец, Л.М. Парфёнова, Д.Н. Шабанов // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений: материалы II Международной студенческой конференции, Минск, 2018 – С. 51-55.
3. Хватынец, В.А. Создание высокопрочных оснований за счёт дисперсного армирования цементной матрицы / В.А. Хватынец, Е.А. Трамбицкий, Д.Н. Шабанов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки – 2018 – С. 56-59.
4. Корнеева И.Г. К вопросу оптимального армирования мелкозернистого бетона базальтовыми волокнами / И.Г. Корнеева, Н.А. Емельянова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. №4 (19). С. 122-128.
5. Московский С.В. Влияние дисперсного армирования на деформационно-прочностные свойства бетона / С.В. Московский, А.С. Носков, В.С. Руднов, В.Н. Алехин // Академический вестник УралНИИПроект РААСН, №3 2016, С 67-71.

УДК 691.322.7

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИБРОБЕТОНА

А. В. БРИЛЬ

(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)

В статье изучается частичная замена песка на золу, при применении отходов щелочестойкой стеклосетки при дисперсном армировании бетон. Показателем эффективности использования выбран показатель прочности на растяжение при изгибе.

Индустриализация, проходившая в XIX веке по всему миру, привела к многочисленным заводам в различных сферах деятельности, начиная от лёгкой и заканчивая тяжёлой промышленностью. Однако, вместе с этим появилась проблема. Каждое производство имеет свои отходы. К сожалению, большое количество отходов не утилизируются, а сваливаются в отвалы.

Наиболее рациональным применением отходов может быть вариант, использования их при производстве строительных материалов. Различные отходы, могут своими физическими характеристиками улучшать уже имеющиеся материалы, при добавлении их в правильных пропорциях.

Фибробетон – это бетон, в тело которого включены волокна, выполняющие функцию дисперсного армирования, тем самым повышая прочностные характеристики. Одним из важных условий фибробетона, является сцепление волокон с бетоном, после набора прочности. Чем плотнее структура материала, тем большая плотность соприкосновения бетона и фибры, следовательно и показатель сцепления выше. Материалом, уплотняющим матрицу фибробетона может быть мелкодисперсная зола, которая в свою очередь является отходом работы тепловой электростанции.

Вторым отходом производства, используемым в фибробетоне будут отходы щелочестойкой стеклосетки, положительное влияние которых уже было описано в предыдущих работах. Для эксперимента были взяты отходы щелочестойкой стеклосетки представляющие собой обрезки шириной 5-10 мм и длиной 10-30 мм (рис. 1) и зола. Процентное содержание фибры выбиралось для получения максимальных значений прочности, в соответствии с литературным обзором [2, 3].

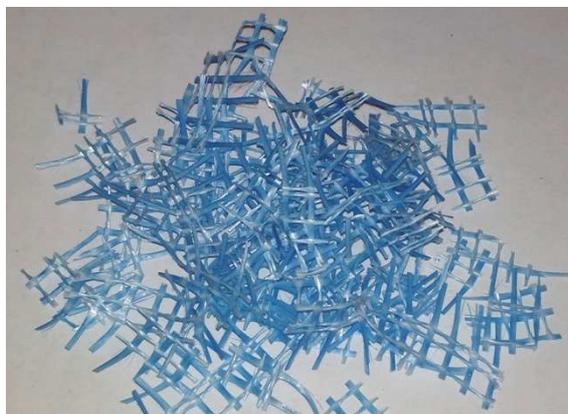


Рисунок 1. – Отходы щелочестойкой стеклосетки

Для испытания были изготовлены образцы размерами 160x40x40 мм. Для их изготовления использовались: песок, вода, портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» СЕМІ 42,5Н, зола; водоцементное отношение принято В/Ц=0,4, отношение массы цемента и песка равнялось 1:3. После формования образцы-модели подвергались тепловлажностной обработке, затем были извлечены из опалубки и помещены в нормально-влажностные условия на 24 часа. Испытания образцов осуществлялись согласно ГОСТ 10180-2012 [4].

В эксперименте один состав был контрольным, содержащим в себе 15% отходов щелочестойкой стеклосетки, так как именно этот образец в прошлых испытаниях показал максимальное значение прочности на растяжение при изгибе. Образцы 2, 3 и 4 содержали в себе 5% отходов щелочестойкой стеклосетки и золу, заменяющую 5, 7,5, и 10% песка, соответственно. Образцы 5, 6 и 7 содержали в себе 15% отходов щелочестойкой стеклосетки и золу, заменяющую 5, 7,5, и 10% песка, соответственно. Матрица планирования и полученные результаты эксперимента представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1. – Матрица планирования эксперимента

№ образцов	% замены песка на золу	% отходов щелочестойкой стеклосетки	Прочность на растяжение при изгибе, МПа
1	-	15	9,52
2	5	5	7,19
3	7,5	5	7,72
4	10	5	7,45
5	5	15	10,93
6	7,5	15	11,96
7	10	15	11,35

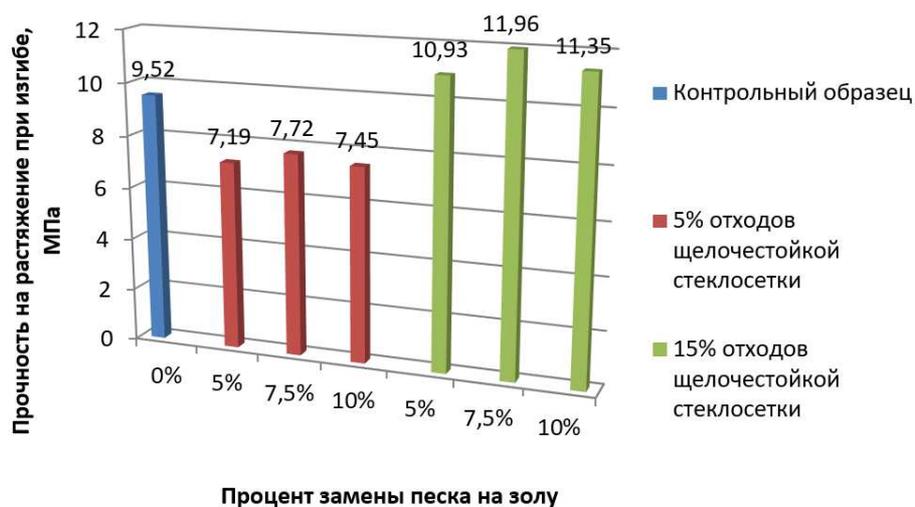


Рисунок 2. – Зависимость прочности на растяжение при изгибе от процентного содержания фибры и золы

По полученным данным можно сделать вывод, что частичная замена песка на золу, повышает прочность на растяжение при изгибе. Образцы 5, 6 и 7, оказались прочнее контрольного образца, при одинаковом процентном содержании отходов щелочестойкой стеклосетки. При этом, при замене 7,5% песка на золу – прочность увеличивается, по сравнению с 5%, но при замене 10% – показатель прочности уменьшается. На основании этого можно сделать вывод, что оптимальным является 7,5%.

В ходе испытания максимальное значение прочности на растяжение при изгибе, равное 11,96 МПа, показал образец 6, при замене 7,5% песка на золу и содержащий 15% отходов щелочестойкой стеклосетки. Наименьший показатель прочности был у образца номер 2, в котором было 5% щелочестойкой стеклосетки и 5% золы. Однако, это связано скорее с меньшим содержанием фибры, т.к. все образцы с 5% стеклосетки показали прочность на растяжение при изгибе меньше, чем у контрольного образца.

В ходе эксперимента подтвердилось положительное влияние, на механические характеристики бетона, замены части песка на золу. При замене 7,5% песка на золу прочность на растяжение при изгибе составляет 11,96 МПа, что выше значений контрольного образца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хватынец, В.А. Создание высокопрочных оснований за счёт дисперсного армирования цементной матрицы / В.А. Хватынец, Е.А. Трамбицкий, Д.Н. Шабанов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки – 2018 – С. 56-59.
2. Хватынец, В.А. Эффективные параметры фибрового армирования бетонов / В.А. Хватынец, Л.М. Парфёнова // Актуальные проблемы архитектуры Белорусского Подвинья и сопредельных регионов – 2018 – С. 266-269.
3. Хватынец В.А. Тенденции в области совершенствования конструкций при проектировании и строительстве автомобильных дорог / В.А. Хватынец, Л.М. Парфёнова, Д.Н. Шабанов // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений: материалы II Международной студенческой конференции, Минск, 2018 – С. 51-55.
4. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

УДК 691.322.7

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПУТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРОБЕТОНОВ

А. В. БРИЛЬ

(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)

Аннотация. В ходе проведенного анализа были выявлены наиболее рациональные области применения фибробетона и влияние различных волокон на физико-механические характеристики бетона. Описано положительное влияние дисперсного армирования бетонов на их эксплуатационные характеристики.

В наше время развивается применение нового поколения армированного бетона. Фибробетон, это новый вид бетона с вкраплениями волокон по всему объёму. В зависимости от происхождения, волокна разделяют на три вида: стекловолокно, сталь и синтетические волокна.

Новицким А.Г. в работе [1] установлено, что изделия с дисперсным армированием базальтовым волокном характеризуются повышенной прочностью на изгиб, растяжение и срез. Помимо этого отмечается понижение водопоглощения, повышение морозостойкости, долговечности, сопротивления истираемости, трещиностокость и ударная прочность. В ходе эксперимента установлено, что применение базальтовой фибры приводит к увеличению марочной прочности бетона на 30%, сокращению времени первичного и окончательного твердения на 25%, снижению массы бетонных изделий. Выделены основные сферы применения фибробетонов с базальтовым волокном: гидротехнические сооружения, мосты, наливные промышленные полы, автотранспортные дороги с повышенной нагрузкой, атомные станции и хранилища радиоактивных отходов.

В работе Софиенко, Пелярчука и Попова [2] рассмотрено применение фибробетона как перспективного материала в строительстве. По своим характеристикам фибробетон пригоден для строительства конструкций, подверженных динамическим нагрузкам и тонкостенных конструкций с большой долговечностью. Достижение экономического эффекта происходит из-за изменения технологии получения и возведения сооружений из фибробетона и его новых свойств. Использование фибробетона увеличивает срок службы конструкций, что приводит к снижению затрат на их функционирование в течении срока эксплуатации.

В статье Дураченко [3] рассмотрел применение фибробетона в строительстве России. Сталефибробетон получил широкое применение при строительстве взлётно-посадочных полос и автомобильных дорог, их отличие в повышенной стойкости к пульсирующим нагрузкам, истиранию и атмосферным воздействиям. Также фибробетон применяется в промышленном и гражданском строительстве. Из него изготавливают ограждающие элементы, полы, стены, перегородки, покрытия, трубы, каналы и многое другое. Экономический эффект достигается за счёт большей износостойкости, долговечности, эксплуатационной пригодности и повышения безопасности при сейсмической активности.

В работе [4] были выделены две основных области рационального использования фибробетонов – это монолитные конструкции и сборные элементы. К первой области автор относит: автомобильные дороги, перекладки покрытия, полы промышленных зданий, ирригационные каналы, мостовые настилы, водоотбойные дамбы, оборонные сооружения, пространственные покрытия, емкости для жидкостей. Во вторую область включаются: железнодорожные шпалы, склепы, трубопроводы, ступени, балки, карнизные элементы мостов, стеновые панели, морские сооружения, плиты покрытий дорог и тротуаров, сваи, элементы пространственных покрытий, уличная фурнитура. Помимо этого, в статье выделяются основные действия для получения фибробетона с высокими эксплуатационными характеристиками. Первое, требуется добиться технологической сопоставимости фибры и бетонной матрицы. Далее, гарантировать коррозионную стойкость фибры и требуемую долговечность получаемого фибробетона. Создать наиболее прочное сцепление фибры в матрице, для большего проявления её прочностных характеристик. И последним шагом является выбрать подходящее сочетание агрегатного состояния, прочности и деформативности самой фибры.

Работа [5] описывает применение стеклофибробетона для отделки зданий. Технологические свойства позволяют придавать стеклофибробетону практически любую форму, геометрию, фактуру и рельеф. Его пластичность и лёгкость позволяют архитекторам воплощать любые идеи. При использовании бетона с добавлением стеклянной фибры для декоративной отделки можно не переживать за увеличение нагрузки на фундамент, благодаря лёгкости тонкостенного композиционного материала. Минусом данного строительного материала является его стоимость, но, учитывая снижение затрат на усиление несущих стен и фундаментов, большая стоимость является недоказанной.

Лесовик в статье [6] рассмотрел применение фибробетонов в сейсмически активных районах. Больше всех в мире сейсмической активности подвержены Арабские страны, для них на ряду с эффек-

тивностью строительства стоит и его стоимость. Использование фибробетона повышает пластичность при сжатии и растяжении, увеличивается сопротивление сдвигу, без специальной детализации сейсмостойкости может быть достигнуто адекватное сопротивление деформации потенциала и ущерба толерантности. В этом случае можно не принимать специальные детали для сейсмостойкости сооружений и зданий, что является экономическим фактором. Также это даёт возможность для реконструкции строений, которые были построены без сейсмической приспособленности.

Гафарова в статье [7] привела описание применению различных видов фибры. Физико-механические характеристики фибробетона зависят от типа волокон. Волокна из полипропилена и нейлона имеют низкий модуль упругости, что не обеспечивает качественное повышение прочности бетона. Однако полипропиленовая фибра нашла применение при строительстве гидросооружений, наливных полов, морских сооружений из-за того, что не подвержена коррозии. Экологичность, термостойкость, долговечность характерны для базальтовой фибры. Бетон с применением базальтовой фибры обладает высокими физико-механическими характеристиками: прочность на растяжение, термостойкость, долговечность, низкий уровень ползучести, высокая трещиностойкость и т.д. Также для фибробетона распространённым является стекловолокно. Оно снижает стоимость бетона и повышает эксплуатационные и технические характеристики. Стальная фибра является наиболее эффективной. Бетон с добавлением стальных волокон повышает прочность на сжатие и изгиб, обладает высокой ударостойкостью, трещиностойкостью и низкой хрупкостью, что является следствием повышения сопротивления бетона во всех направлениях.

В работе [8] исследование посвящено влиянию различных фибр на характеристики фибробетона. В промышленном строительстве чаще используют сталефибробетон, так как при его использовании толщина покрытия уменьшается на 40-50% без потери прочностных и эксплуатационных характеристик в сравнении с обычным бетоном. Использование стальной фибры приводит к повышению показателей пластичности, морозостойкости и несущей способности. Широкое применение нашёл стеклофибробетон, так как стеклянные волокна не подвержены коррозии. Минусом стеклянных волокон является низкая щелочестойкость, что приводит к возможности использования стекловолокна только в химически инертных средах. Стеклофибробетон является очень пластичным и не теряет своих прочностных характеристик при окрашивании. Высокими физико-механическими свойствами, химической стойкостью и атмосферостойкостью обладает базальтовая фибра, которая к тому же является экологически безопасной. Применение базальтовой фибры приводит к уменьшению усадочных трещин и повышению технико-экономических показателей конструкции в целом.

Проведённый литературный анализ подтвердил, что дисперсное армирование положительно влияет на характеристики бетонов. Однако, требуется тщательный подбор процентного содержания волокна, так как его избыток приводит к отрицательному влиянию на прочность бетона. Помимо самого армирующего материала, в фибробетоны могут вводиться различные добавки и заполнители, увеличивающие сцепление между цементной матрицей и армирующим волокном. По своей структуре фибробетон является сложным материалом, требующим проведения экспериментальных исследований, для каждого из различных материалов волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новицкий А.Г. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования бетонов / А.Г. Новицкий, М.В. Ефремов // Строительные материалы, изделия для санитарной техники. №36 2010. – С. 22-26.
2. Софиенко, Н.В. Фибробетон / Н.В. Софиенко, Н.Н. Пелярчук, О.Н. Попов. – Перспективные материалы в технике и строительстве. – Томск, 2015. – 528 с.
3. Дураченко, А.В. Фибробетон для строительной индустрии / А.В. Дураченко. – Молодёжь и научно-технический прогресс; Сборник докладов VII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Старый оскол, 2014. – 192 с.
4. Чиннов А.А. Фибробетон и его особенности / А.А. Финнов, Е.А. Сычев // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». №15 2017. – С. 333-336.
5. Дроков, А.В. Фибробетон для декоративной отделки зданий санаторно-оздоровительных комплексов / А.В. Дроков, В.Л. Курбатов. – Фундаментальные основы строительного материаловедения. – Белгород, 2017. – 299 с.
6. Лесовик, В.С. Фибробетон для сейсмостойкого строительства / В.С. Лесовик, М.Х.И. Шакарная. – Белгородская область: прошлое, настоящее, будущее. – Белгород, 2011. – 61 с.
7. Гафарова, Н.Е. Фибробетон для монолитного строительства / Н.Е. Гафарова, Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований №3. – Белгород, 2017. – 11 с.
8. Окольников Г.Э. Анализ свойств различных видов фибробетонов / Г.Э. Окольников, А.П. Белов, Е.В. Слинкова. – Системные технологии. – Москва, 2018. – 206 с.

УДК 697.922

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМИ ВОЗДУХОВОДАМИ В КУЛЬТОВЫХ ЗДАНИЯХ

Д. А. ВАСИЛЕВИЧ, Е. В. БОБКОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Т. И. КОРОЛЕВА, канд. техн. наук С. И. ПИВОВАРОВА)

Рассмотрен вопрос организации воздухораспределения текстильными воздуховодами в культовых зданиях с целью удаления вредных веществ и обеспечения комфортных условий для пребывания людей.

Ключевым фактором комфорта внутри любого помещения, в первую очередь культового здания, как места массового пребывания людей, является качество воздуха в помещениях данных зданий и сооружений.

Храм – это общественное здание, куда ежедневно приходит большое количество прихожан. Во время проведения богослужения в помещение храма от людей выделяется большое количество тепла, влаги, а также углекислого газа CO₂. От горящих свечей и лампад также выделяется теплота, сажа и CO₂. Повышение уровня влажности воздуха приводит к выпадению конденсата на внутренней поверхности строительных конструкций и церковной утвари, что, в свою очередь, приводит к появлению плесени.

Основная задача системы вентиляции в храме – удаление вредных веществ и обеспечение достаточного количества свежего воздуха для комфортного пребывания людей [1].

Для решения этой задачи нами рассмотрен вопрос применения текстильных воздухораспределителей в системах вентиляции культовых зданий для организации воздухообмена [2]. Текстильные воздухораспределители в системах вентиляции уже применяются в разных странах мира.

Современные теоретические и экспериментальные исследования направлены на поиски путей совершенствования существующих систем вентиляции, исследованию новых типов воздухораспределительных устройств, к числу которых относится текстильные воздухораспределители [3].

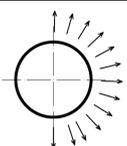
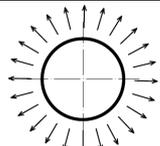
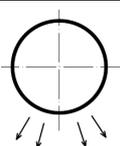
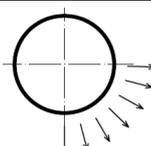
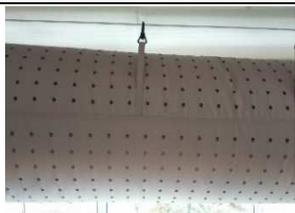
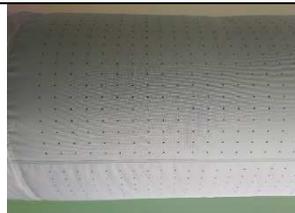
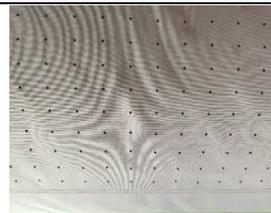
Текстильные воздуховоды могут иметь не только стандартные формы поперечных сечений. Многообразие цветов тканей и семь стандартных форм сечений текстильных воздуховодов позволяют любому помещению соответствовать всем эстетическим и дизайнерским требованиям. Данный критерий важен, когда идет речь о системах вентиляции в культовых зданиях и сооружениях, которые не должны нарушать их интерьер.

Основные способы раздачи приточного воздуха с помощью текстильного воздухораспределителя: проницаемая ткань, микроперфорация, перфорация, малые сопла и большие сопла.

Нами было проведено исследование текстильных воздухораспределителей с различным видом перфорации и микроперфорации.

Экспериментальная установка представляла собой осевой вентилятор с частотным преобразователем и систему из текстильных воздухораспределителей с разными видами перфорации, которые представлены в таблице 1, как четыре экспериментальных образца.

Таблица 1. – Виды перфорации экспериментальных образцов.

Виды перфорации экспериментальных образцов текстильных воздухораспределителей			
Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Перфорация	Микроперфорация	Перфорация	Микроперфорация
			
			

Исследовались четыре системы диаметром 500 мм: две системы длиной 20 м, две системы длиной 3 м.

Каждая система делилась на равные участки, в сечении которых производились замеры скорости воздушного потока внутри воздухораспределителя v м/с, динамического давления P_d Па, статического давления $P_{ст}$ Па, полного давления P_n Па и скорости воздушного потока v_b м/с на выходе из отверстий перфорации и микроперфорации. Каждый из параметров в каждой точке измерялся по 3 раза [4].

Для измерения аэродинамических параметров воздуха были использованы следующие приборы: газоанализатор Testo 335 с трубкой Пито для измерения скорости и давления воздушного потока внутри воздухораспределителя; термоанемометр МЕГЕОН 11005 с выносным датчиком для измерения скорости воздушного потока на выходе из перфорированных отверстий.

Скорость воздуха на выходе из воздуховода замерялась на расстоянии 0,1 м, 0,5 м, 1 м, 1,5 м и 1,7 м от воздухораспределителя с перфорацией и на расстоянии 0,05 м от воздухораспределителя с микроперфорацией.

В результате экспериментальных измерений были построены эпюры скоростей внутри воздуховода и графики скорости воздуха на расстоянии от воздухораспределителя. Исходя из проведенных экспериментов и анализа результатов, мы можем предложить следующие схемы подачи воздуха, представленные на рисунках 1, 2.

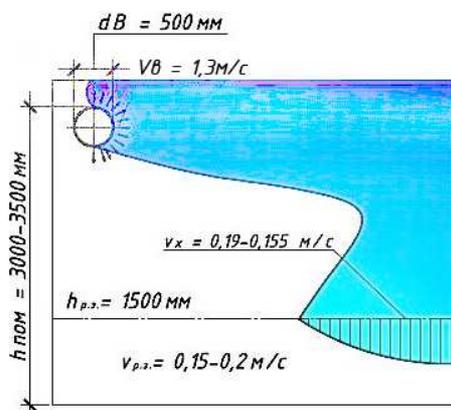


Рисунок 1. – Схема подачи воздуха через текстильный воздухораспределитель образец № 1 – боковая перфорация 180°, направленная под углом 90°

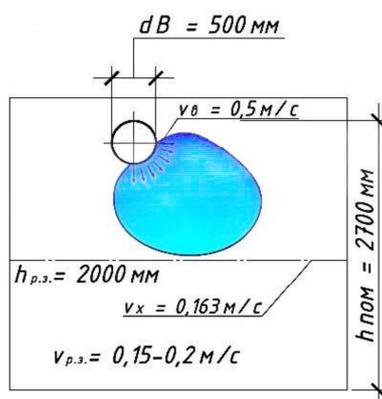


Рисунок 2. – Схема подачи воздуха через текстильный воздухораспределитель образец № 4 – микроперфорация 45°, направленная под углом 125°

По результатам исследований воздухораспределители с боковой перфорацией 180°, направленной под углом 90° (длина перфорированного воздуховода принималась 3 м), схема которой представлена на рисунке 1, рекомендуется применять, когда воздуховод достаточно удален по высоте от рабочей зоны от 3 до 8 метров. Этот способ воздухораспределения позволяет раздавать воздух в помещениях культового здания в зону нахождения прихожан в помещении для молящихся, над солея; над певчими, в алтаре, в трапезной достигая нормируемых значений скорости воздушного потока в рабочей зоне и обеспечивая

требуемый воздухообмен в каждом помещении. Количество рядов перфорации, а также угол распределения воздушного потока подбирается в каждом случае индивидуально. Кроме того, ряды перфорации могут быть выполнены как равномерно по всей длине текстильного воздухораспределителя, так и отдельными участками. Направленная в бок перфорация позволит разместить воздуховоды вдоль стен, колонн и арок, что в свою очередь не будет нарушать внешний вид залов культового здания. Перфорация, выполненная таким образом, позволит направить воздушный поток ближе к центру помещения.

Текстильные воздуховоды с микроперфорацией 45° , направленной под углом 125° , (длина перфорированного воздуховода принималась 20м), для которых схема представлена на рисунке 2, позволят сосредоточенно подавать воздух в помещение с небольшими скоростями. Однако, воздухораспределители с микроперфорацией, лучше использовать в невысоких помещениях, размещая воздуховоды на высоте от 2,0 м до 2,7 м, и применяя их, например, для таких помещений, как солея с клиросом, или под балконами, где стоят прихожане во время службы, или в притворах.

Из всего выше представленного следует вывод, что с помощью текстильных воздухораспределителей можно создать оптимальные условия микроклимата в культовых зданиях с соблюдением всех санитарно-гигиенических норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Культовые здания и сооружения. Здания, сооружения и комплексы православных храмов. Правила проектирования = Культавыя будынкi і збудаванні. Будынкi, збудаванні і комплексы праваслаўных храмаў. Правiлы праектавання: ТКП 45-3.02-83-2007. – Введ. 01.04.2008. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2008 г. – 46 с.
2. Василевич, Д.А. Ресурсо-энергосберегающие системы обеспечения микроклимата в культовых зданиях / Д.А. Василевич, Е.В. Бобкова, Т.И. Королёва, С.И. Пивоварова // Збірник наукових праць Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. «ENVIRONMENT PROTECTION – 2020» присвяч. Всесвітн. дню охорони довкілля, Випуск 1., Київ, 5 черв. 2020 р. / Київськ. націон. ун-т будiвн. і архiт.; редкол.: П.М. Куліков П.М. [та інш.]. – Київ, 2020. – С.118-122.
3. Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Общие технические условия = Вентыляцыя будынкаў. Павеатраразмеркавальныя прылады. Агульныя тэхнічныя ўмовы: ГОСТ 32548-2013. Введ. 11.06.2015. – Минск: Госстандарт, 2016 г. – 14 с.
4. Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Аэродинамические испытания и оценка применения для вытесняющей вентиляции = Вентыляцыя будынкаў. Павеатраразмеркавальныя прылады. Аэрадынамічныя выпрабаванні і ацэнка прымянення для выцясняючай вентыляцыі: ГОСТ 32549-2013 (EN 12239:2001). Введ. 03.01.2006. – Минск: Госстандарт, 2016 г. – 12 с.

УДК 697.1:536.2

**К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ КОНВЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ****И. В. КРУПЕНЧИК***(Представлено: канд. техн. наук Д. Н. ШАБАНОВ, А. Н. ЯГУБКИН)*

Постановка проблемы. Повышение энергоэффективности жилых зданий, продиктованное энергетическим кризисом, потребовало значительного увеличения нормативных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций этих зданий и разработки комплекса энергосберегающих мероприятий.

На данный момент вопросы, связанные с использованием экранной теплоизоляции в современных ограждающих конструкциях недостаточно изучены. Вместе с тем отсутствие методики расчета подобных теплозащитных систем и технических решений по утеплению ограждающих конструкций зданий сдерживают использование указанных выше материалов в строительстве.

Анализ предварительных исследований. Учитывая большое разнообразие теплоизоляционных материалов, важным вопросом является их систематизация и разработка высокоэффективных материалов. Благодаря проведенным исследованиям накоплен богатый экспериментальный опыт и разработаны эффективные материалы для обеспечения теплоизоляции зданий и сооружений. И проведение сравнительного анализа материалов позволит выбрать путь разработки новых составов для изготовления теплоизоляционных материалов и их эффективной оптимизации. Известно, что основными требованиями к теплоизоляционным материалам являются низкая теплопроводность и пригодность для тепловой изоляции строительных конструкций жилищных, производственных и сельскохозяйственных зданий, поверхностей производственного оборудования и агрегатов (промышленных печей, турбин, трубопроводов, камер холодильников и др.). Эти материалы должны иметь небольшую среднюю плотность – не выше 600 кг/м³, что достигается с помощью повышения их пористости [3]. В гражданском и транспортном строительстве тепловая изоляция позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций (стен, кровли), снижать затраты основных строительных материалов (кирпича, бетона, древесины), облегчать конструкции и снижать их стоимость, уменьшать затраты топлива в эксплуатационный период. В технологическом и энергетическом оборудовании тепловая изоляция снижает потери теплоты обеспечивает необходимый технологический температурный режим, снижает удельные затраты топлива на единицу продукции, улучшает условия труда. Чтобы получить достаточный эффект от применения тепловой изоляции, в инженерных проектах проводятся соответствующие тепловые расчеты, в которых принимаются конкретные разновидности теплоизоляционных материалов и учитываются их теплофизические характеристики [2]. За последние годы на украинском строительном рынке появились десятки новых теплоизоляционных материалов, благодаря чему произошел значительный прорыв, в первую очередь, в сфере энергосбережения. С развитием новых технологий, современные изоляционные материалы стали более эффективными, экологически безопасными, разнообразными и отвечают конкретным техническим заданиям строительства: возможности строительства высотных зданий, уменьшению толщины ограждающих конструкций, снижению массы зданий, расходов строительных материалов, а также экономии топливно-энергетических ресурсов при обеспечении нормального микроклимата в помещениях.

Органические теплоизоляционные материалы изготавливаются из натурального сырья: отходов деревообработки и сельского хозяйства, торфа, а также различных пластмасс, цемента. Это достаточно большая группа материалов, представленная на рынке в обширном ассортименте. Практически всем органическим теплоизоляторам свойственна низкая огне-, водо- и биостойкость. Как правило, применяют органические теплоизоляторы на участках, где температура поверхности и окружающей среды не поднимается выше 150 градусов, а также в качестве среднего слоя многослойных конструкций – в штукатурных фасадах, при облицовке стен, в тройных панелях и т. п. Более стойки к действию влаги, огня и биоагентов, материалы, изготовленные из газонаполненных пластмасс (пенополистирол, пенопласт, поропласт, сотопласт и др.). Ячеистые пластмассы сегодня занимают значительную долю на рынке теплоизоляционных материалов. Утеплители на их основе пользуются заслуженной популярностью благодаря своим физическим свойствам, невысокой стоимости, простоте обработки и долговечности.

Проведенный анализ материалов исследований и публикаций [1-8] указал на проблемы использования современных теплоизоляционных материалов. Если говорить о пенополистироле, то основными его отрицательными свойствами являются недолговечность, горючесть и экологическая опасность. Как показывает опыт строительства, заложенный в стены пенополистирол через 10–15 лет разрушается. Также обстоит дело с минераловатными изделиями. Уже через 7–9 лет они переходят в пылевидное состояние, что экологически небезопасно. Следовательно, использование пенопласта и минераловатных

изделий в строительстве ведет к тому, что уже через 7–10 лет ограждающие конструкции не будут обеспечивать требуемого термического сопротивления. Несмотря на преимущества ячеистых бетонов в сравнении с другими теплоизоляционными материалами, им присущи существенные недостатки. Высокое водопоглощение приводит к низкой влажной морозостойкости. Повышенная гидрофобность их снижает адгезию к поверхности и затрудняет штукатурные работы. Низкая прочность в сочетании с большой плотностью и недостаточными теплоизоляционными свойствами сужает область их применения [5].

На сегодня в качестве теплоизоляционных материалов часто используют: минеральную вату, пенополистирол, пеноплекс. Все перечисленные теплоизоляционные материалы пользуются большим спросом, но не стоит забывать о их сроке службы, выбросе токсичных веществ и стоимости. На данный момент в Республике Беларусь нету теплоизоляционных материалов или конструктивных решений стен, по крайней мере на рынке, которые были бы дешевле и энергоэффективнее. Альтернативой этим материалам могут стать экранные утеплители, в роли которых будет выступать фольга.

Применение подобных материалов в строительстве сдерживается отсутствием экспериментальных данных по термическим сопротивлениям замкнутых экранированных воздушных прослоек, а также методики расчета строительных ограждающих конструкций, утепленных с применением экранной теплоизоляции.

Изучив эту проблему, мы провели лабораторные исследования в которых пытались улучшить теплоизоляционные качества изоляционных материалов.

Цель исследования. Рассмотреть популярные теплоизоляционные материалы, представленные на рынке Республики Беларусь, и сопоставить их с экранным теплоизоляционным материалом, представленным в виде алюминиевой фольги.

Результаты исследования и их обсуждение. Для наблюдения за показателями температур использовались цифровые датчики температуры.

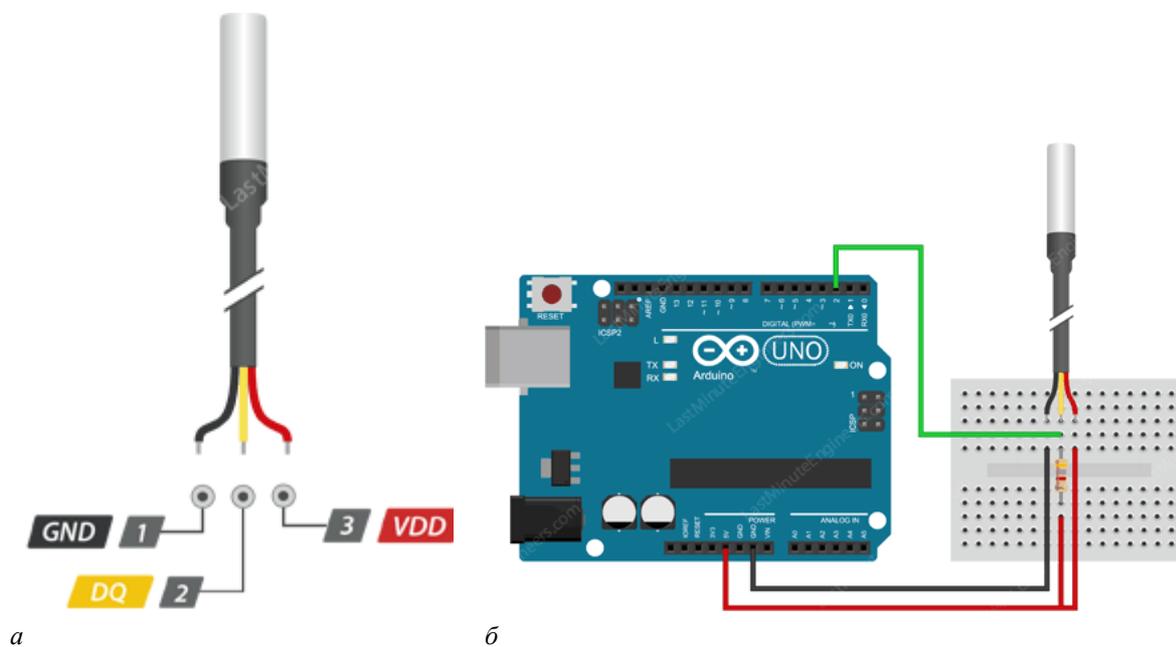
Основные характеристики цифрового датчика температуры ds18b20:

- диапазон измеряемой температуры от -55 до $+125^{\circ}\text{C}$;
- погрешность измерения в диапазоне от -10 до $+85^{\circ}\text{C}$ составляет $0,5^{\circ}\text{C}$.

Схема подключения датчика ds18b20 к микроконтроллеру (например, Arduino) представлена на рисунке 1:

GND, VDD – выводы питания (от 3,3 до 5 В);

DQ – цифровой выход для подключения к микроконтроллеру.



a - схема выводов датчика ds18b20;

б - схема подключения датчика ds18b20 через подтягивающий резистор $4,7\text{ к}\Omega$ к микроконтроллеру Arduino uno.

Рисунок 1. – Подключение датчика ds18b20 к микроконтроллеру Arduino uno

Исходя из анализа существующих теплоизоляционных материалов нами были поставлены лабораторные исследования, в которых кроме утеплителя (минвата, пеноплекс, пенополистирол) применялась алюминиевая фольга в качестве экранного утеплителя. В качестве модели использовался картонный короб с разными утеплителями внутри. В качестве утеплителей были выбраны: пенопласт, фольга, минвата и арболит. На установку ставился образец (с датчиками внутри), лампа, стоящая внутри образца, включалась и нагревала пространство (рис. 2.). Показание температур фиксировали датчики и давали информацию на специализированную программу Arduino uno. Автоматизированная обработка полученных экспериментальных данных была осуществлена с применением программного пакета Microsoft Office Excel.

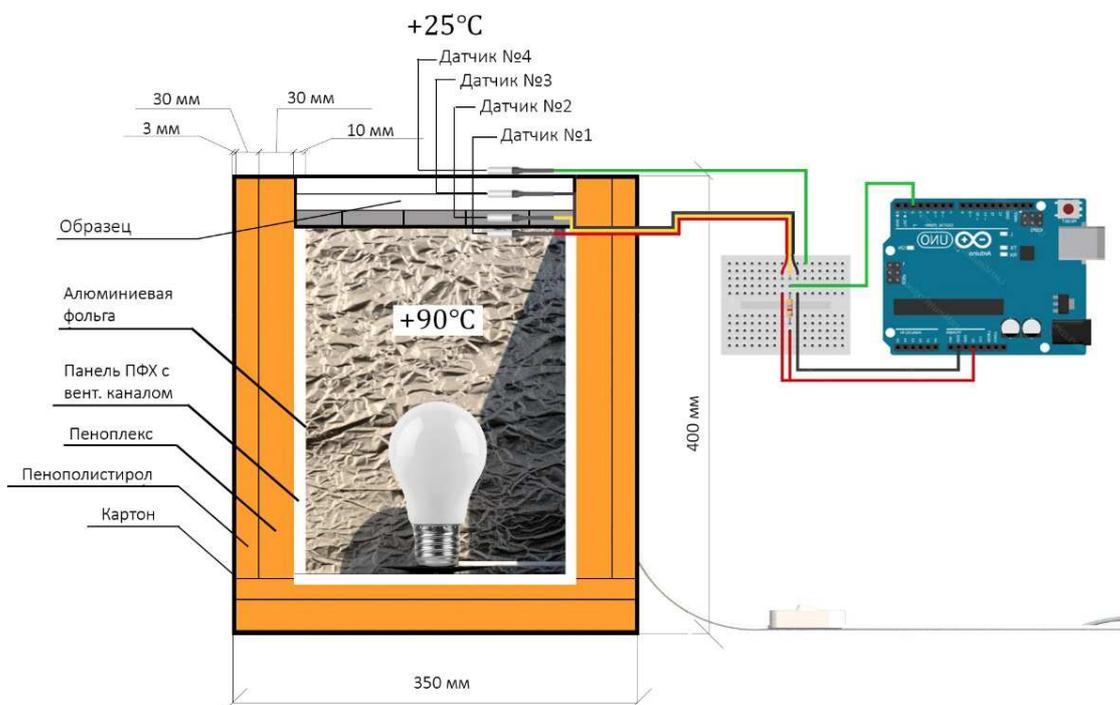


Рисунок 2. – Разрез опытной установки

Сверху опытной установки размещалась опытный образец который представлял из себя короб с ребрами (которые формировали воздушную прослойку) и пустым пространством в которое закладывались разные утеплители толщиной 30мм. Опытной установка нагревалась для создания разности температур +80-90°C и 23-25°C, после нагрева лампа накаливания отключалась и отслеживались показания температур и скоростью с которой тепло из опытной установки уходило наружу (приложение А).

Заключение. Сегодня кроме конвекции и теплопроводности, в рассматриваемой системе имеет место и радиационный перенос теплоты, особенно в случае применения отопительных приборов со значимой долей теплоотдачи излучением (система “Плэн”). Радиационный теплообмен может существенно влиять на характер распределения параметром микроклимата. В связи с тем, что воздух является смесью, состоящей преимущественно из двух атомных газов, он не представляет преграды для теплового излучения, т.е является диатермичным. Можно принять также, что тела в помещении образуют замкнутую систему серых поверхностей, которые диффузно излучают и отражают. Серыми поверхностями можно считать все поверхности, если в системе распространяется практически однородное по спектральному составу излучение, т.е когда одновременно не рассматривается излучение от высокотемпературных источников (солнца) и тел с обычной комнатной температурой. Диффузно отражающими в расчетах допустимо считать даже поверхности с ярко выраженными зеркальными свойствами, если на данные поверхности падает хаотично ориентированное излучение (система “воздух – фольга” в несколько слоев)

При реконструкции или капитальном ремонте зданий, представляющих архитектурную или историческую ценность, утепление стен снаружи не представляется возможным. Поэтому с целью сохранения внешнего исторического вида здания целесообразно использовать систему внутреннего утепления, при которой теплоизоляция расположена с внутренней стороны ограждающей конструкции.

До настоящего времени мы проводили предварительные испытания на стандартной установке и получили первые, обнадеживающие результаты. Например, требуемое сопротивление теплопередаче

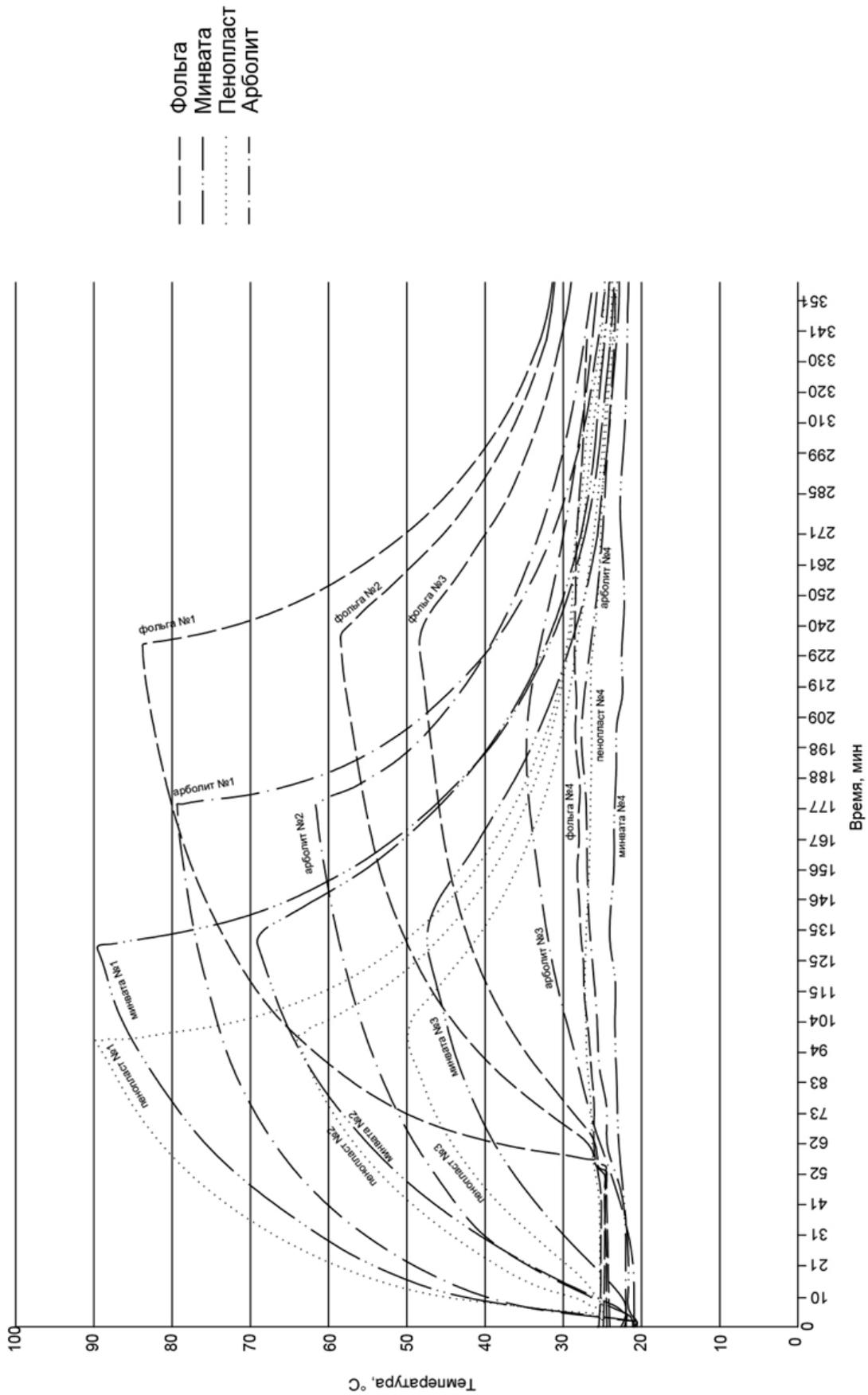
для первого образца с применением алюминиевой фольги составило 0.764 м² к/вт, что больше, чем 0.623 м² к/вт для контрольного образца с применением минеральной ваты.

После завершения лабораторных испытаний мы планируем по имеющейся договоренности с заводом КПД стройтреста №17 и Новополоцким Горисполкомом провести заводские испытания и, если эти испытания дадут положительный результат, запустить новое решение в серийный выпуск жилых домовсначала в нашем регионе, а затем и во всей Республике Беларусь, что, возможно позволит, при условии выполнения остальных планируемых нами мероприятий, в части внутренних конструкций, перехода на открытую систему типизации и т.д. снизить себестоимость строительства примерно в 3 раза, получив стоимость 1м² общей площади менее 350 денонинированных белорусских рублей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будівельне матеріалознавство на транспорті : підручник для вузів / О. М. Пшінько, А. В. Краснюк, В. В. Пунагін, О. В. Громова. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. – 624с.
2. Горлов, Ю. П. Технология теплоизоляционных материалов : учебник для вузов / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. – М. : Стройиздат, 1980. – 399 с.
3. Кривенко, П. В. Будівельне матеріалознавство : підручник / П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський. – К. : ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. – 704 с.
4. Сухарев, М. Ф. Производство теплоизоляционных материалов / М. Ф. Сухарев, И. Л. Майзель, В. Г. Сандлер. – М. : Высшая школа, 1981. – 231 с. 5. Пшінько, А. Н. Модифицированный теплоизоляционный неорганический материал на основе алюмосиликатного сырья как альтернатива существующим утеплителям / А. Н. Пшінько, А. В. Краснюк, А. С. Щербак // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. трудов. – Вып. 61. – Д. : ПГАСА, 2011. – С. 344–349.
5. Теплоизоляционные материалы и конструкции : учебник / Ю. Л. Бобров, Е. Г. Овчаренко,
6. Б. М. Шойхет, Е. Ю. Петухова. – М. : Инфра-М, 2003. – 265 с.
7. Щербак, А. С. Експлуатаційні та екологічні переваги теплоізоляції із застосуванням модифікованого піноскла / А. С. Щербак // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2010. – Вип. 32. – С. 141–142.
8. Schill, F. Pěnové sklo: výroba a použití / F. Schil. – Praha : SNTL, 1962. – 269 p.

Приложение А



УДК 697.1:536.2

УМНАЯ СТЕНОВАЯ ПАНЕЛЬ

И. В. КРУПЕНЧИК

(Представлено: канд. техн. наук Д. Н. ШАБАНОВ, А. Н. ЯГУБКИН)

Известно применение системы «Умный дом» на контроллере Arduino UNO с управлением через Android смартфон и Bluetooth модуль HC-05 [1]. Эту систему возможно использовать для создания «Умной стеновой панели» и тогда алгоритм действий будет следующим:

1. Задача - создать Arduino скетч и программу для Android, которые бы соответствовали необходимым требованиям.

Из аппаратной части необходимо:

Arduino UNO

Bluetooth модуль HC-05

Модуль 2-х канального реле 5В 10А

Датчик влажности и температуры DHT-22

2. Затем создается скетча для Arduino SMARTHOUSE.ino. Задача, чтобы скетч принимал команду для включения определённого реле и в это же время передавал показания датчика влажности и температуры. Для создания приложения для Android, использовалась программа AppInventor 2.

Общий вид программы:

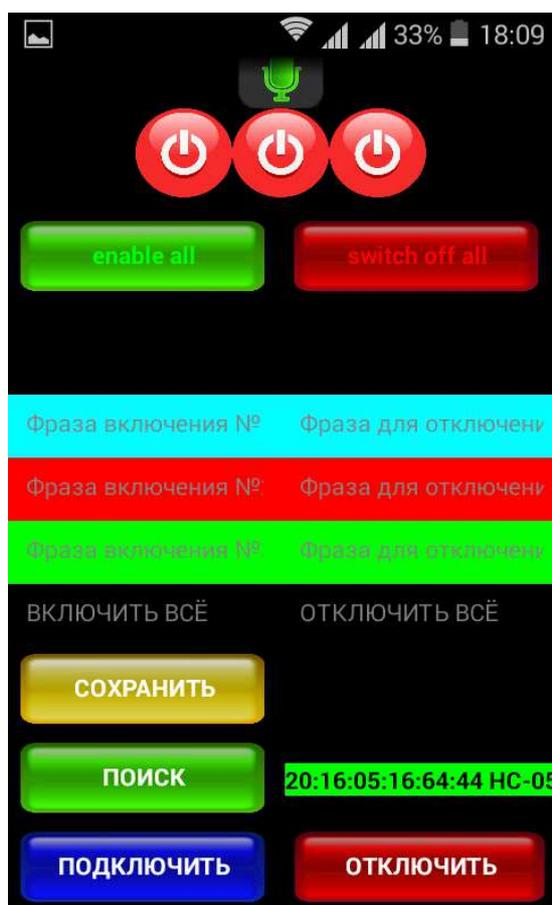


Рисунок 1. – Интерфейс программы

Особенностями программы являются: возможность автоматически подключаться к выбранному ранее bluetooth-устройству, голосовое распознавание текста, отображение температуры и влажности в реальном времени. Перед началом использования голосовых команд нужно с клавиатуры смартфона вписать саму команду в разноцветные поля и нажать кнопку сохранить (кнопка сохранить также запоминает подключённое устройство).

Далее следовала сборка сборки всех компонентов в единую систему.

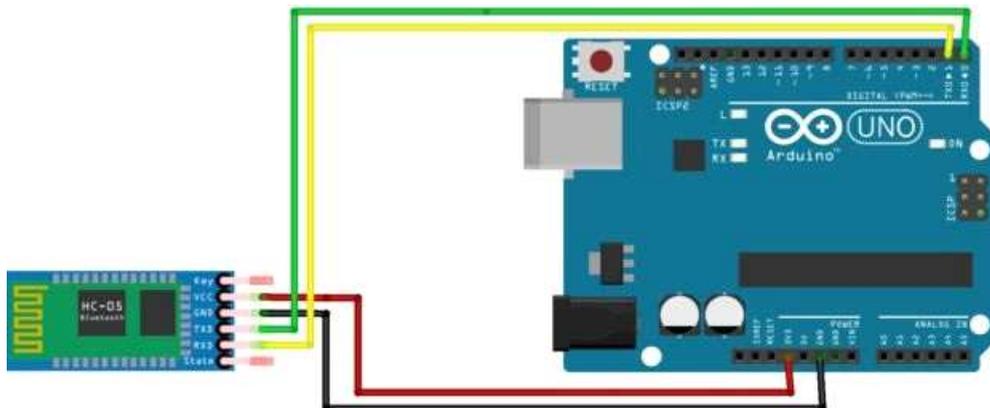


Рисунок 2. – Подключение HC-05

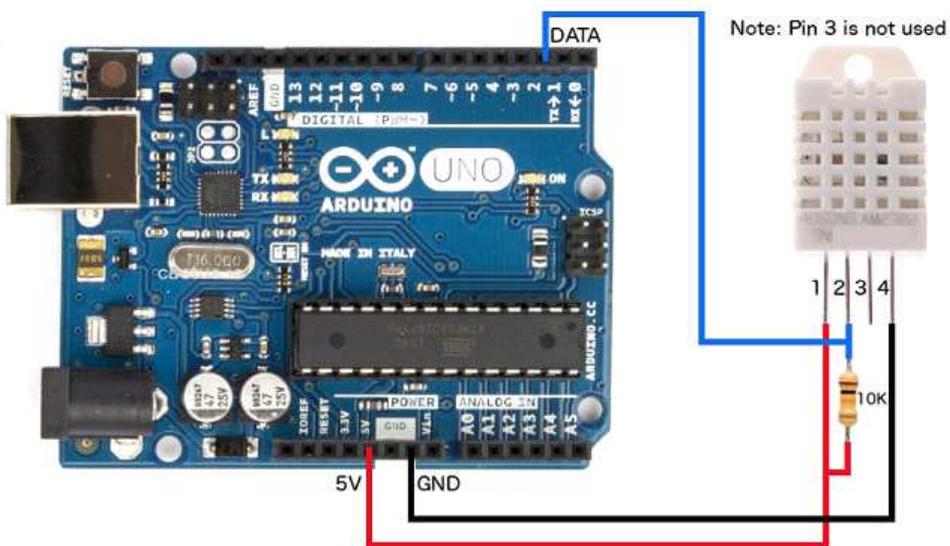


Рисунок 3. – Подключение DHT-22

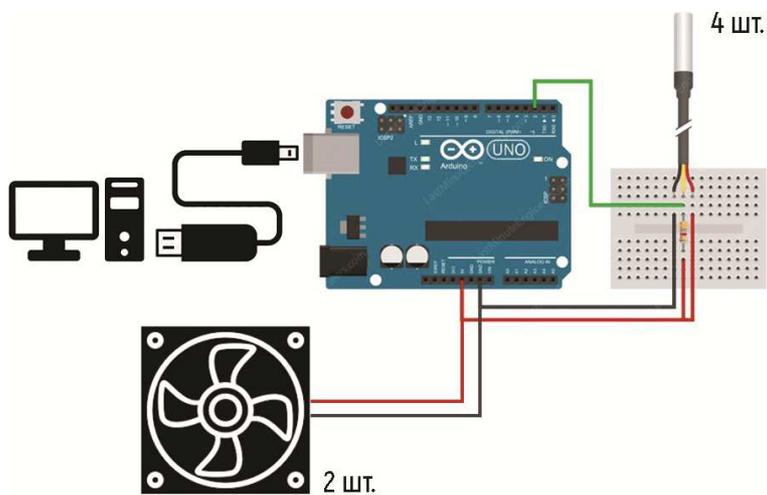


Рисунок 4. – Схема подключения датчиков температуры в “Умной стеновой панели”

Нагрузка подключается к выводам 8, 9, 10. Если вдруг что не понятно с подключением, то вы можете посмотреть все пины по самом скетче. После соединения всех компонентов нужно установить и запустить мою программу [SMARTHOUSE.apk](#)

После установки включается Bluetooth на смартфоне и подключаемся к модулю HC-05, и включаем программу.

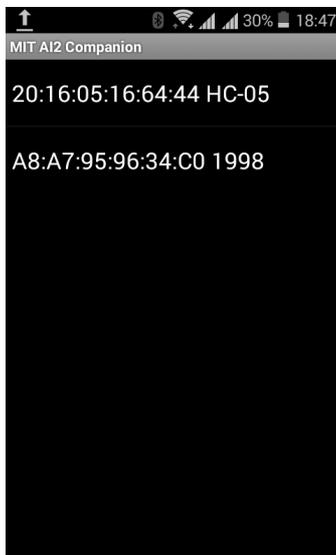


Рисунок 5. – Интерфейс программы

В итоге видим на экране смартфона следующую картинку



Рисунок 6. – Интерфейс программы

Использование информационных технологий в строительстве позволяет создавать конструктивные элементы с эксплуатационными характеристиками (например “Умная стеновая панель”).

ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.by/stories/umnyy-dom-upravlenie-s-android-smartfona>.

УДК 625.7/8.05

**К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ
НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ****Ш. А. МАТНИЯЗОВ***(Представлено: канд. техн. наук Д. Н. ШАБАНОВ, А. Н. ЯГУБКИН)*

В процессе эксплуатации бетонные, асфальтобетонные, железобетонные транспортные сооружения подвергаются воздействию не только эксплуатационных нагрузок, но также и агрессивных сред. При проникании в бетон пролетных строений и других элементов мостовых конструкций и взаимодействия с ним агрессивная среда вызывает изменение механических свойств, коррозионный износ арматуры и т.д. В результате происходит значительное снижение несущей способности и долговечности дорожных конструкций, что может вызвать необходимость их преждевременного ремонта или замены.

Коррозионное разрушение дорожных конструкций, особенно мостовых сооружений, в основном, происходит из-за таких факторов, как карбонизация и хлоридная коррозия, причем часто эти факторы действуют совместно. Карбонизация происходит в результате диффузии углекислого газа, который в необходимом количестве содержится в воздухе. Хлориды попадают в бетон в результате использования солей-антиобледенителей (для регионов Республики Беларусь), эксплуатации конструкции в приморской атмосфере (для регионов Туркменистана).

К сожалению, до настоящего времени, хотя в процессе обследования сооружений эти факторы диагностируются, но оценка их влияния на несущую способность и тем более долговечность конструкций носит скорее качественный, чем количественный характер.

Химическая стойкость асфальтобетонного покрытия в отношении агрессивных сред определяется способностью битума противостоять агрессивной среде, степенью водонасыщения и набухания в агрессивной среде, коэффициентом диффузии, характеризующим скорость проникновения среды в покрытие, устойчивостью к агрессивной среде минерального материала, сохранением прочностных свойств асфальтобетона [1-3].

Хлориды, содержащиеся в растворах солей и кислот, способствуют более глубокому прониканию растворов в поры и микротрещины асфальтобетона, значительно ослабляя тем самым прочность коагуляционных контактов. При этом величина насыщения и набухания асфальтобетона раствором соли NaCl в 1,5 раз больше, чем водой. По этой причине усталостная долговечность мелкозернистого асфальтобетона после 15 суток выдерживания в водном растворе NaCl и HCl снижается на 15 – 20 % [4, 5]. Таким образом, асфальтобетоны с комплексно-модифицированной структурой характеризуются более высокой усталостной долговечностью при действии различных агрессивных сред.

При производстве асфальтобетонных смесей необходимо обеспечить оптимальные температуры производства, т.к. при превышении температуры производства сверх нормативной в асфальтобетонной смеси развиваются процессы технологического старения органического вяжущего, что может негативно отразиться на усталостной долговечности асфальтобетона [6, 7].

Агрессивные среды способны значительно снижать прочность бетона и ухудшать его деформационные характеристики. Особенности работы корродированного бетона изучались параллельно с сопротивлением железобетона механическим воздействиям [8]. В развитии теории долговечности бетона неопределимый вклад внесла фундаментальная монография В.М. Москвина "Коррозия бетона" [9].

Общее признание получила классификация видов коррозии бетона, предложенная в работе [10].

К коррозии I вида относят процессы, сопровождающиеся растворением и выносом растворимых составных частей цементного камня. Наибольшее развитие данные процессы получают под действием быстротекущих вод или при фильтрации жидкостей с малой временной жесткостью. Коррозию II вида связывают с обменными реакциями между веществами, растворенными в воде, и составными частями цементного камня, в результате которых образуются растворимые продукты. К этому виду могут быть отнесены процессы коррозии бетона под действием растворов кислот, магниезиальных солей, солей аммония и т.п. Процессы, в результате которых в порах бетона накапливаются продукты реакции, относят к коррозии III вида. Это, например, процессы коррозии под действием сульфатов, связанные с накоплением гидросульфатоалюмината, гипса и др.

Напряженно-деформированное состояние оказывает существенное влияние на скорость проникновения агрессивных веществ в тело бетона. Так, в результате многочисленных наблюдений установлено, что проницаемость сжатого бетона намного ниже, чем растянутого. За счет уплотнения и уменьшения пористости бетона продукты химической коррозии, продвигаясь вглубь бетонного тела, кольматируют поры и тем самым уменьшают проницаемость бетона, тормозя скорость продвижения агрессивных

сред и фиксируя предельную глубину проникновения. Однако с увеличением обжатия происходит де-структуризация бетона и снижение вышеописанного эффекта

Медленно протекающие процессы коррозии в целях эксперимента ускоряют, как правило, увеличением концентрации активного иона или увеличением площади контакта образца с агрессивной средой. Можно выделить несколько направлений исследований коррозии бетона.

В работах В.М. Москвина, Ф.М. Иванова, С.Н. Алексеева, Е.А. Гузеева [11, 12] изложены представления о формировании структуры и свойств цементного камня и бетона для придания им наибольшей стойкости к агрессивным средам, а так же о методологии прогноза сроков службы бетона. Авторы предлагают использовать физико-химические закономерности кинетики коррозии для расчета количества агрессивного компонента, проникающего в бетон и после экспериментального определения последствий такого проникновения, т.е. изменения прочности и других физико-химических свойств бетона, назначить предельные параметры коррозионного процесса, при которых свойства бетона в течение заданного срока службы изменяются в допустимых пределах. На основе этой методологии разработаны упрощенные инженерные методики для расчета сроков службы бетона в условиях коррозии выщелачивания, кислотной и сульфатной коррозий и даны некоторые предложения по назначению требований к бетону по морозостойкости для заданного срока службы. По данным исследований скорость деградации бетона зависит от его состава (в особенности, от расхода и вида цемента), проницаемости бетона, технологии изготовления бетона (в том числе условий твердения), температурно-влажностных условий эксплуатации, концентрации углекислого газа в воздушной среде, а также ряда других факторов.

Выводы. На данный момент существуют научные работы, направленные на совершенствование составов дорожного покрытия с целью повышения не только физико-механических характеристик, но и антикоррозийных свойств дорожных покрытий, а также учёта экономической составляющей их производства.

Исследован вопрос о влиянии агрессивной среды на долговечность дорожного полотна, рассмотрены основные причины структурных изменений в материале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотарев В. А. Оценка продолжительности жизни асфальтобетона под действием статического нагружения / В. А. Золотарев. // Автомобільні дороги. Науково-виробничий журнал. – К., 2013. – № 1. – С. 25 – 33.
2. Струганов Е. В. Влияние антигололедных реагентов на коррозионную устойчивость асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / Е. В. Струганов, Г. С. Меренцова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2011. – № 1. – С. 273 – 276.
3. Ефремов С. В. Долговечность асфальтобетона под действием нагрузок и агрессивных сред дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05 / С. В. Ефремов. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 217 с.
4. Седов А. В. Влияние агрессивных сред противогололедных материалов на разрушение асфальтобетонных покрытий от знакопеременных температур и циклических нагрузок / А. В. Седов // Вестник ХНАДУ. – Харьков: ХНАДУ, 2006. – С. 48 – 51. – № 34 – 35.
5. Подольский В. П. Коррозионная устойчивость асфальтобетонов с использованием минерального порошка из углеродсодержащих материалов / В. П. Подольский, А. В. Ерохин // Научный Вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – Воронеж, 2008. – № 1. – С. 249 – 252.
6. Пактер М. К. Прогнозирование долговечности асфальтобетона по изменению группового состава битума в процессе термоокислительного старения / М. К. Пактер, В. И. Братчун, А. А. Стукалов // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць. – Макіївка, ДонНАБА, 2014. – № 1(93). – С. 25 – 40.
7. Kandhal P. S. Effect of asphalt film thickness on short and long term aging of asphalt paving mixtures / P. S. Kandhal, S. Chakaraborty // NCAT Report 96-01. – 1996. – 16 p.
8. Дементьев, Г. К. Условия устойчивости бетона в минерализованных водах / Г. К. Дементьев // Нефтяное хозяйство. – 1929. – №9. – С. 356-361.
9. Москвин, В. М. Коррозия бетона / В. М. Москвин. – М. : Госстройиздат, 1952. – 344 с.
10. Коррозия бетона в агрессивных средах : сб. тр. / НИИЖБ ; под общ. ред. В. М. Москвина. – М. : Стройиздат, 1971. – 223 с.
11. Долговечность железобетона в агрессивных средах / С. Н. Алексеев [и др.] -М. : Стройиздат, 1990. – 315 с.
12. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М.Москвин [и др.]; под общ. ред. В. М. Москвина. – М. : Стройиздат, 1980. 536 с.

УДК 625.7/8.05

**ОБЗОР МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СТРУКТУРЫ
В ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЯХ****Ш. А. МАТНИЯЗОВ***(Представлено: канд. техн. наук Д. Н. ШАБАНОВ, А. Н. ЯГУБКИН)*

Согласно статистике, наибольшее количество дорожно-транспортных происшествий случается по причине неудовлетворительного состояния дорожного покрытия. В связи с этим всё большую значимость приобретает контроль состояния дорожного покрытия.

В виду значительной протяженности автомобильных дорог, при проведении работ по оценке их состояния, рационально использовать неразрушающие экспресс-методы. Основные параметры, которые подлежат контролю – это прочность и геометрические параметры слоев дорожной конструкции (рисунок 1) [8].

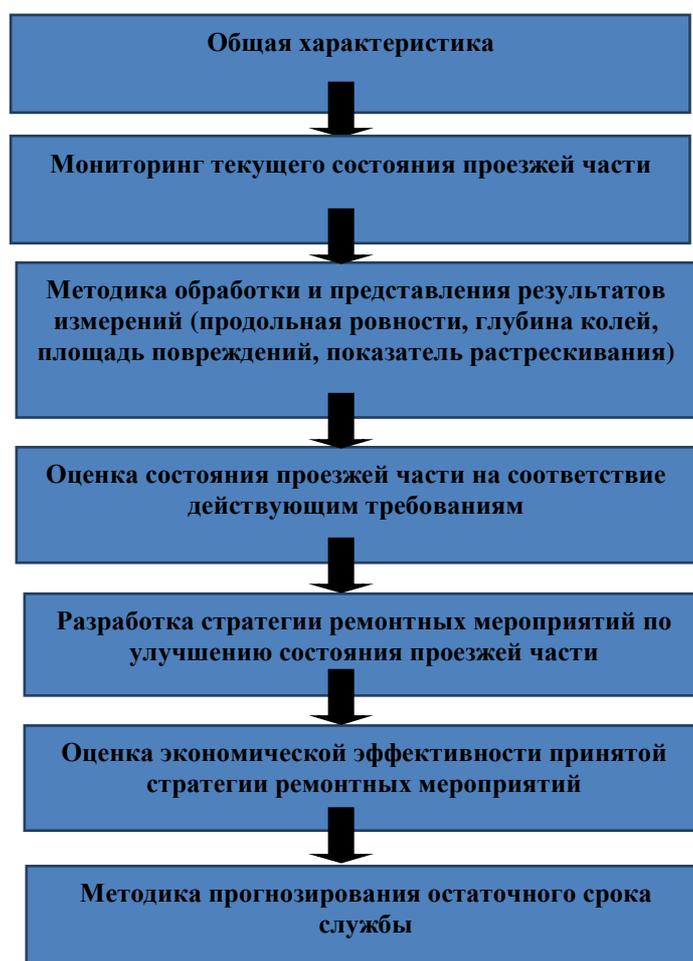


Рисунок 1. – Структурная блок-схема системы управления состоянием дорожных одежд

При проектировании систем мониторинга, нацеленных на улучшение управления состоянием дорог, существует ряд факторов, которые необходимо принимать во внимание. Во-первых, это определение проблемы, т.е. какой вид проблемы подлежит решению/мониторингу. Такими проблемами могут быть (рисунок 2)[7]:

- а) мониторинг функционального состояния дороги, включая параметры зимнего содержания;
- б) мониторинг структурного состояния дороги;
- в) мониторинг снижения несущей способности дороги в весенний период или при циклах заморозания/оттаивания;

- г) мониторинг транспортных средств, их скорости, осевых нагрузок и суммарного веса;
- д) мониторинг потребностей дорожных пользователей или
- е) мониторинг обеспечения качества работ подрядчиков.

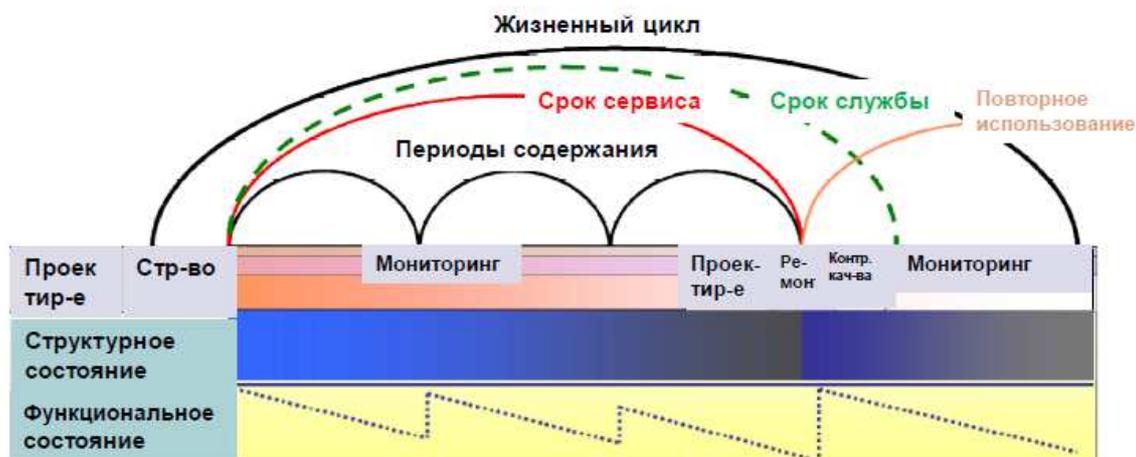


Рисунок 2. – Жизненный цикл автомобильных дорог

Качественная система управления состоянием дорог должна осуществлять мониторинг всех вышеупомянутых параметров:

- тип и количество датчиков;
- местоположение установки датчиков;
- плотность сбора данных;
- позиционирование;
- передача данных;
- хранение и обработка данных;
- реализация системы данных и принятия решений;
- информационная система.

Различают механические и физические группы методов контроля качества цементобетонных конструкций [9]. Механические методы основаны на локальном разрушении конструкций в тестовых точках. Прочностные свойства материала оцениваются по силе, необходимой на разрушение части изделия (при испытании на прочность при скалывании ребра или на отрыв анкерного устройства), по твердости поверхности (при испытании методами ударного воздействия). Данные методы достаточно просты, с точки зрения проведения испытаний, однако отличаются невысокой точностью, не дают информации о наличии дефектов в конструкции, мало подходят для детального обследования слоев жесткой дорожной одежды в период эксплуатации.

Более информативными являются физические методы. К ним относятся радиометрический, электрический и виброакустические методы контроля. Использование указанных методов позволяет получить данные о прочностных свойствах конструкции, толщине и плотности, наличии скрытых дефектов, оценить её надежность [11].

Ультразвуковой метод был разработан в первую очередь для оценки качества цементобетонных изделий гражданского строительства, где повсеместно возможно проведение испытания по основной схеме – сквозное прозвучивание конструкций. В случаях, когда применение такой схемы затруднено, была разработана схема прозвучивания при одностороннем доступе к изделию. Однако использование такой схемы испытания возможно при определении коэффициента прозвучивания на основе проведения серии тестов на лабораторных образцах для каждого вида смеси. Использование такой схемы для контроля качества слоев дорожной конструкции затруднено, поскольку материал может поставляться из различных источников. Данный факт требует много времени для определения коэффициента прозвучивания. [7].

В настоящее время в условиях ограничения средств на диагностику дорожных конструкций для последующего планирования ремонта и реконструкции автомобильных дорог особую актуальность приобретают экономичные и мобильные методы обследований дорожных конструкций, основанные на использовании приборов неразрушающего контроля (НК). Одним из современных средств является георадар – устройство, предназначенное для получения трансформированного разреза исследуемой среды.

Для комплексного обследования дорожных конструкций при определении толщины конструктивных слоев дорожной одежды, а также мощности и состояния грунтов земляного полотна и подстилающего основания, требуются георадары с различными типами антенн, работающих на разных частотах [7].

Также одним из современных методов мониторинга является лазерное сканирование. Датчики регистрируют сигналы Лазера, отражённые от различных поверхностей; каждый отражённый сигнал фиксируется в памяти системы как точка в трёхмерном пространстве. Основное преимущество метода лазерного сканирования – возможность оперативного проведения съёмки в условиях безостановочно движущегося транспорта, без перекрытия дорог и нарушения работы транспортной инфраструктуры.

В процессе эксплуатации строительного сооружения в бетоне накапливаются усталостные повреждения из-за воздействия влажности и коррозионных сред, различной силы и временной протяженности нагрузок, приводящие к микроразрывам в материале, колебаний температур, периодического замораживания и оттаивания, а также из-за нарушения контактов между цементным камнем и заполнителем. Эти повреждения на начальной стадии развития не обнаруживаются средствами магнитного, вихретокового и ультразвукового контроля, т.к. такие активные методы не несут информации о динамике развития дефектов и поведении объекта в процессе влияния перечисленных воздействий. Вопрос о безопасной эксплуатации таких конструкций может быть решен только с использованием средств неразрушающего контроля (НК), чувствительных к малозначительным развивающимся дефектам. В связи с этим, задача выявления растущих трещин, в том числе находящихся на начальной стадии развития, представляется особенно актуальной. Для решения такой задачи хорошо зарекомендовал себя интегральный метод обследования на основе явления акустической эмиссии (АЭ) [33].

Достаточно быстрое протекание физических процессов изменения структуры в ограниченном объеме материала (пластическая деформация, разрушение, образование и рост трещин, движение дислокаций, фазовые превращения, трение и т.д.) сопровождается излучением акустических волн. Описанное явление называют АЭ материала и используют в неразрушающем контроле (НК) для обнаружения активно развивающихся под нагрузкой дефектов. Важным достоинством представленного метода является прямая связь информативных параметров сигналов АЭ с процессами разрушения, не свойственная традиционным методам. Это позволяет получать непосредственную информацию о стадии развития и скорости роста [10].

В настоящее время метод акустической эмиссии является одним из наиболее распространенных и широко развиваемых методов неразрушающего контроля. Он применяется в различных отраслях промышленности для проведения неразрушающего контроля и исследования технологических процессов [3]. Как показывает анализ состояния современных физических методов неразрушающего контроля, в настоящее время для диагностики процесса коррозии непосредственно на объекте в процессе его эксплуатации наибольшую перспективу имеет метод акустической эмиссии (АЭ), представленный на рисунке 3.

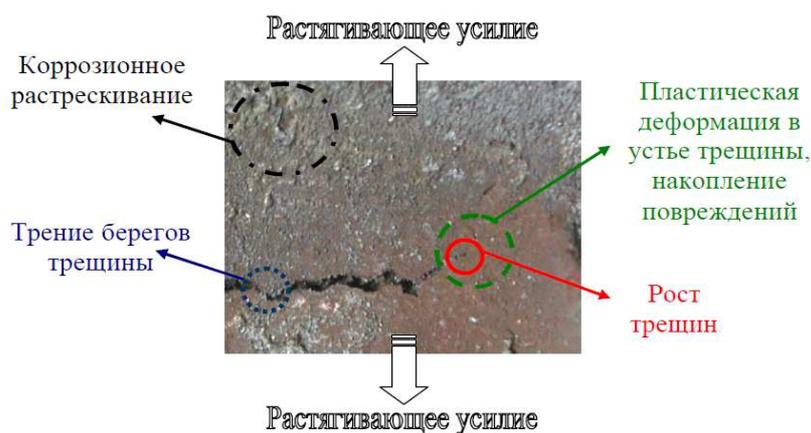


Рисунок 3. – Фрагмент ОК с дефектом и типичные источники АЭ материала

Акустико-эмиссионный (АЭ) метод НК основан на явлении генерации упругих волн при структурных изменениях материала, таких как возникновение и развитие усталостных трещин и коррозии. Данный метод заключается в обнаружении, распознавании и обработке акустических сигналов, что и является ключевым в мониторинге строительных объектов. Предпосылкой излучения акустических волн является процесс коррозионного растрескивания под напряжением (КРН). Одним из преимуществ

использования метода АЭ, является то что, акустические сигналы при КРН возникают без приложения к объекту контроля дополнительной внешней испытательной нагрузки, что во многих других случаях является обязательным условием. АЭ метод позволяет проводить и непрерывный контроль (мониторинг), когда развитие дефектов происходит под воздействием рабочих нагрузок и окружающей среды. Заключение о состоянии контролируемого объекта даётся на основании анализа АЭ процесса путём выявления тенденций изменения его характеристик. С помощью АЭ можно выявить не только растущие трещины, но и коррозионные процессы различного характера: коррозионное растрескивание под напряжением, язвенную, щелевую и межкристаллитную коррозии [18].

Выводы. Проведен анализ существующих методов мониторинга состояния дорожных конструкций.

Выделен метод акустической эмиссии, как наиболее перспективный метод неразрушающего контроля.

Отличительной особенностью которого является то, что данный метод позволяет проводить непрерывный контроль (мониторинг), когда развитие дефектов происходит под воздействием рабочих нагрузок и окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 52727—2007 Техническая диагностика. Акустико-эмиссионная диагностика. Общие требования.
2. Timo Saarenketo. Integrated Monitoring of Seasonal Variations and Structural Responses to Enable Intelligent Asset Management of Road Infrastructures/ Timo Saarenketo // Information Technology in Geo-Engineering, Proceedings of the 3rd International Conference (ICITG), Guimarães, Portugal, 2019. - p.687-698
3. Автомобильные дороги. Строительство, ремонт, эксплуатация: [справочник] / Л. Г. Основина [и др.]. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 490 с.
4. Бабаскин, Ю.Г. Технология строительства дорог: практикум: учебное пособие/ Ю. Г. Бабаскин, И. И. Леонович.- Минск; Москва: Новое знание: ИНФРА-М, 2012. - 428 с.
5. Бехер, С. А. Основы неразрушающего контроля методом акустической эмиссии : учеб. пособие /
6. С. А. Бехер, А. Л. Бобров. - Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2013. — 145 с.
7. Васильев, А.П. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2005.
8. Шабанов Д.Н., Ягубкин А.Н., Боровкова Е.С., Трамбицкий Е.А. Способ акустико-эмиссионного исследования внутреннего состояния цементного камня при его хлоридной коррозии– Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки – 2019. – №16. – С. 41-44.
9. Шабанов Д.Н. Параметры сигналов акустической эмиссии и их применение при мониторинге состояния структуры бетона / Шабанов Д.Н., Ягубкин А.Н., Вабищевич С.А., Боровкова Е.С., Трамбицкий Е.А // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F, Строительство. Прикладные науки. - 2019. - № 8. - С. 74-78.

УДК 699.844

АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ НАПОЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И. Р. ПАНИН, А. С. САЧИВКО
(Представлено: *Е. С. БОРОВКОВА*)

В данной работе исследуются акустические свойства однослойных и двухслойных образцов строительных напольных материалов. Приведен сравнительный анализ звукоизолирующих и звукопоглощающих свойств применяемых образцов. В ходе эксперимента для определения звукопропускания строительных напольных материалов и их комбинаций использовалась учебная акустическая камера, изготовленная ранее.

Введение. Акустика (от греч. *akustikos* — слушающий) — наука о звуке. Строительная акустика решает проблемы обеспечения нормального звукового режима в помещениях самого разного назначения. Главная задача современной строительной акустики — снижение уровня шумового загрязнения помещений. Шумами называют звуки, вызываемые различными причинами, но не несущие полезной информации. Шумы оказывают негативное воздействие на психическое и физическое состояние человека. Снижение уровня шумового загрязнения среды, в которой находится человек, — важная медико-биологическая и социальная задача. Допустимые уровни силы шумов в различных помещениях нормируются в СНИПе [1].

Принято выделять несколько видов шума:

– Ударный – при механических воздействиях на конструкцию: работа ручным строительным инструментом, удары и стук каблуков об пол, детские прыжки и др. Шумовая волна возникает при воздействии непосредственно на перекрытие. Для ее подавления применяются панели звукоизоляции, обладающие ячеистой структурой.

– Структурный – вибрационное воздействие на строительные конструкции от работающих электроинструментов, передвижение мебели и др. Передается в случае, когда между несущими конструкциями дома отсутствуют звукоизолирующие прокладки. При этом сложно определить, откуда доносятся звуки, поскольку они распространяются по всему зданию. Чтобы справиться со структурным шумом, надо специальными прокладками защитить стыки конструкций.

– Воздушный – передача звука с улицы, из других квартир или соседних комнат: разговорная речь, работающие телевизоры и бытовая техника, сигналы транспорта и др. Звуки передаются по воздуху. Их ослаблению помогает пористый или волокнистый звукоизоляционный материал.

Полностью подавить шум практически невозможно. Важно, чтобы он не превышал уровень комфорта. Если от резких звуков остается фон, он уже не раздражает. В какой-то мере шум нужен человеку, для которого полная тишина даже вредна [2].

Цель данной работы заключалась в определении опытным путем звукоизолирующих и звукопоглощающих и звукопропускающих свойств однослойных и многослойных образцов строительных напольных образцов. Измерения проводились в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 100 - 8000 Гц, в соответствии ТКП 45-2.04-154-2009 [3]. Подготовленные образцы исследуемых материалов размерами 40x45x с разной толщиной поочередно помещались в акустическую камеру. Сущность метода заключалась в последовательном измерении уровня звукового давления в пустой акустической камере и в камере с различными образцами с помощью генерирующего и принимающего оборудования (комплект *EinsteinLabMate*) и определении значения звукопрохождения и звукоотражения звуковых волн с последующем сравнении выходных данных.

Ход работы. В исследовании применялась учебная акустическая камера [4] и образцы исследуемых материалов. Сперва измерялось звукопрохождение в пустой камере, потом с помещением в камеру исследуемых материалов и рассчитывались коэффициенты звукопрохождения, звукопоглощения и звукоотражения. Поглощение звука зависит от частоты и на практике выражается коэффициентом звукопоглощения:

$$\alpha = \frac{\text{неотраженная звуковая энергия}}{\text{падающая звуковая энергия}}$$

Нами были исследованы однослойные образцы: наливные полы с гранитной крошкой (толщиной 0.8 мм, 1.2 мм), керамическая плитка (7мм), ламинат, а также комбинированные двухслойные образцы: наливные полы (0.8 мм, 1.2 мм) и пенополистирол (50 мм), ламинат и подкладка теплоизолирующая.



Рисунок 1. – Образцы наливного пола

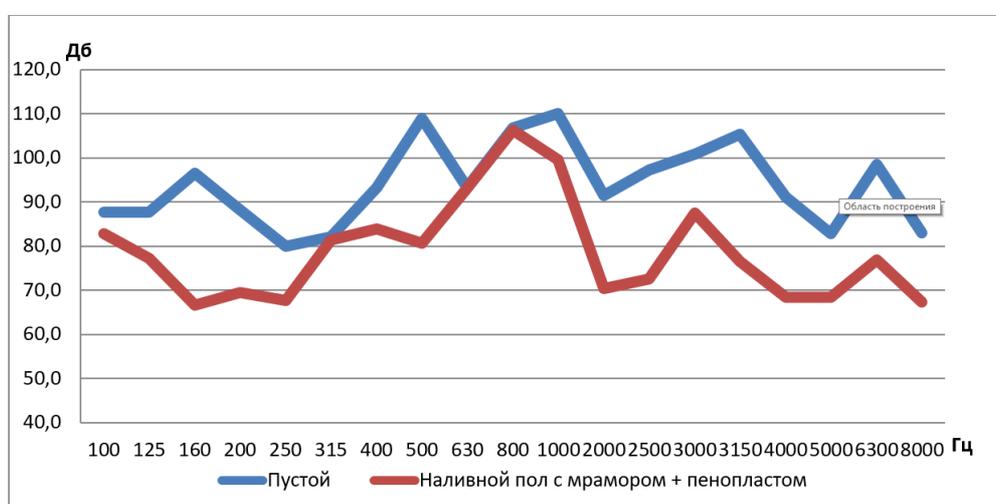


Рисунок 2. – Диаграмма лучшего из исследуемых материалов

Таблица 1. – Результаты измерений акустических свойств материалов.

	Наливной пол 0,8 мм, %	Наливной пол 1,2 мм, %	Наливной пол 1,2 мм и пенопласт, %	Ламинат, %	Ламинат и подложка, %
Среднее значение звукопоглощения	12	11,1	12,4	10,7	11,2
Среднее значение звукоотражения	3,56	3,2	3,65	3,57	3,95
Среднее значение звукопрохождения	84,47	85,91	83,98	85,68	84,87

Заключение. Результат проведенных опытов и сравнительного анализа звукоизолирующей, звукопоглощающей способностей напольных покрытий показал, что комбинированный двухслойный образец (наливной пол и пенопласт) обладает наилучшими акустическими свойствами из имеющихся. Таким образом эту комбинацию можно использовать для покрытия полов помещений общественного пользования с соответствующими акустическими пользованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сачивко А.С., Панин И.Р. Акустические свойства строительных материалов / А.С. Сачивко, И.Р. Панин // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. Прикладные науки. Строительство. 2019. Выпуск 29(99). – С.142-145.

2. Шумоизоляция пола в квартире: технологии и материалы. — Текст : электронный // Теплота : [Электронный ресурс]. — URL: <https://teplota.guru/shumoizolyatsiya/shumoizolyatsiya-pola-materialy.html> (дата обращения: 14.09.2020).
3. ТКП 45-2.04-154-2009 Защита от шума. Строительные нормы проектирования
4. Хлебкович Е.А., Шуранов Д.А., Боровкова Е.С., Русецкий И.С. Измерение звукоизолирующих свойств листовых материалов с помощью акустической камеры/ Сборник научных работ студентов республики Беларусь «НИРС – 2017» - Минск, изд.центр БГУ 2018. – 146 – 147 с.

УДК 624.131

ОКАТАННОСТЬ ЗЁРЕН ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ОЗЁРНО-ЛЕДНИКОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

М. М. ПАРУСОВА

(Представлено: **Н. Н. ВИШНЯКОВ**, канд. техн. наук, доц. **А. П. КРЕМНЁВ**)

В данной статье рассматривается метод определения окатанности зёрен песчаных грунтов озёрно-ледникового происхождения. Приведены результаты определения окатанности зёрен песков мелких озёрно-ледникового происхождения.

Песчаные грунты широко распространены на территории Республики Беларусь и, как правило, служат хорошим основанием для фундаментов различных зданий и сооружений. Достаточно высокая несущая способность таких грунтов в первую очередь обуславливается их высокими прочностными свойствами. Как известно, прочностные свойства песчаных грунтов в наибольшей степени определяются силами трения между минеральными частицами. Трение между частицами грунта зависит от различных факторов, среди наиболее существенных следует назвать: гранулометрический состав, плотность, влажность и окатанность зёрен грунта.

Влияние гранулометрического состава и характеристик физического состояния на прочностные характеристики грунтов достаточно хорошо изучено. Это позволило разработать зависимости (таблицы) для определения угла внутреннего трения и удельного сцепления грунтов по параметрам физического состояния [1].

В то же время, влияние окатанности зёрен песка на прочностные характеристики практически не изучено. Кроме того, в технической литературе практически полностью отсутствуют данные о влиянии окатанности зёрен песка на его способность к дилатансии.

Известно, что песчаные грунты, как и многие другие дисперсные тела, обладают свойством изменять объём при деформациях формоизменения. Явление увеличения объёма грунта называется дилатансией, уменьшение объёма - контракцией. Термин «дилатансия» впервые был введен Рейнольдсом в 1885г. В результате своих исследований Рейнольдс сделал вывод о том, что дилатансия есть «фундаментальное свойство зернистой среды, требующее специального учёта и описания». Сейчас термин дилатансия используется для обозначения любых изменений объёма при дистросии. Контракция при этом может быть определена как отрицательная дилатансия [2].

Явление дилатансии можно наблюдать при проведении испытаний грунта на сдвиг в приборе одноплоскостного среза (рис. 1). При контролировании перемещений верхнего штампа прибора в плотных песках сначала происходит небольшое уплотнение (контракция) с последующей дилатансией грунта, сопровождающаяся поднятием штампа (рис. 2).

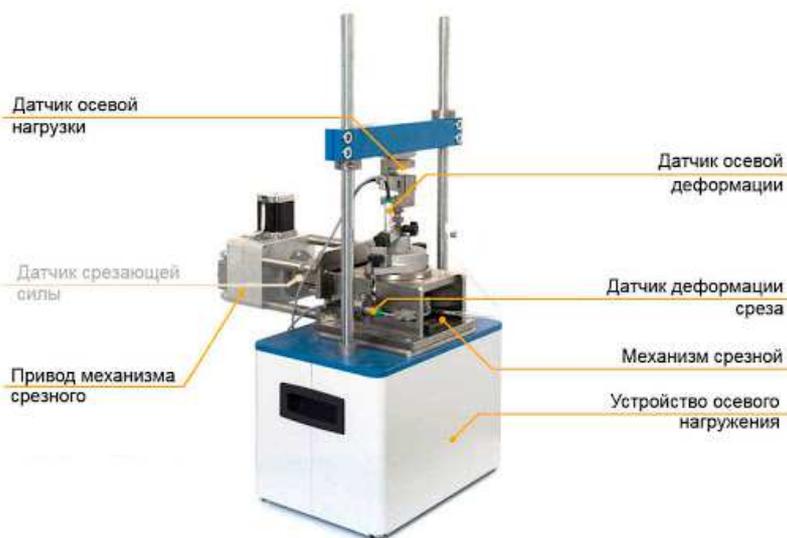


Рисунок 1. – Срезной механизм испытательного комплекса АСИС

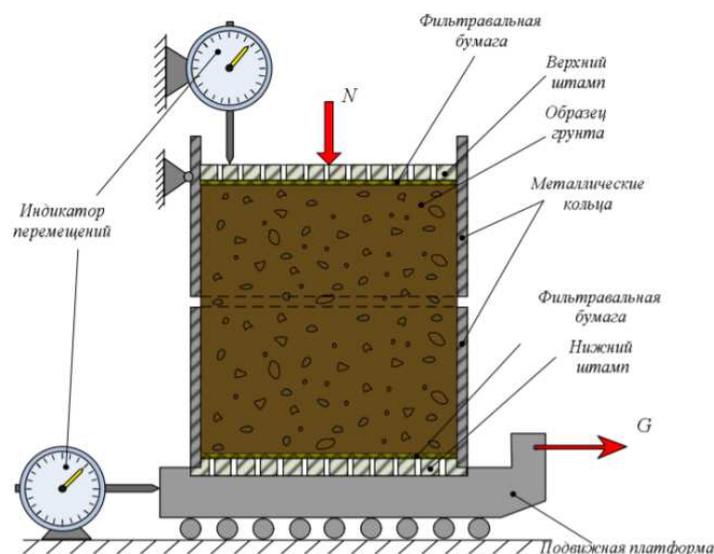


Рисунок 2. – Принципиальная схема сдвигового прибора

Исследования явления дилатансии позволили сделать вывод о существенном влиянии окатанности зёрен на изменение объёма при дилатансии [2]. Однако, количественная оценка такого влияния до настоящего времени сделана не была.

Известно, что окатанность несвязных грунтов – структурный признак, говорящий об условиях формирования грунта и определяется как соотношение наибольшего размера частицы к размерам вписанного в неё идеального шара (1):

$$\beta = \frac{F_4}{F_R} \quad (1)$$

где F_4 – площадь проекции каждого зерна;

F_R – площадь круга, описанного вокруг проекта зерна.

В наибольшей степени окатанностью обладают аллювиальные грунты, а в наименьшей – ледниковые и другие.

Для начального этапа исследований были отобраны два образца мелкого песка (рис. 3):

Образец №1 - песок мелкий из карьера «Виторжье»;

Образец №2 - песок мелкий, отобранный с площадки строительства МФК «Газпром» г. Минск, глубина залегания 24-25м.



а – образец № 1; б – образец № 2

Рисунок 3. – Отобранные образцы мелкого песка

Определение окатанности зёрен песчаного грунта производилось с помощью микроскопа Altami Met 5C и программного обеспечения Altami Studio.

Микроскоп Altami Met 5C - микроскоп прямого типа для работы в отраженном свете по методам светлого поля и поляризации, а также для исследования прозрачных и полупрозрачных объектов в проходящем свете в светлом поле (рис. 4).

Altami Studio - программное обеспечение для управления цифровыми камерами, проведения измерений и автоматического анализа изображений.



Рисунок 4. – Металлографический цифровой микроскоп Altami Met 5C

Для определения окатанности, из каждого образца грунта было отобрано по 5 зёрен грунта. Далее с помощью микроскопа Altami Met 5C и программного обеспечения Altami Studio были сделаны снимки зёрен и измерены их размеры, построены 3D модели.

Чтобы определить коэффициент окатанности вписали идеальный шар поверх изображения зерна, привязав его к центру зерна (рис. 5).



Рисунок 5. – Схема вычисления коэффициента окатанности зёрен грунта

Коэффициент окатанности зёрен грунта нашли отношением наибольшей ширины зерна к диаметру вписанного идеального шара.

Примеры определения окатанности зерен приведены на рис. 6.

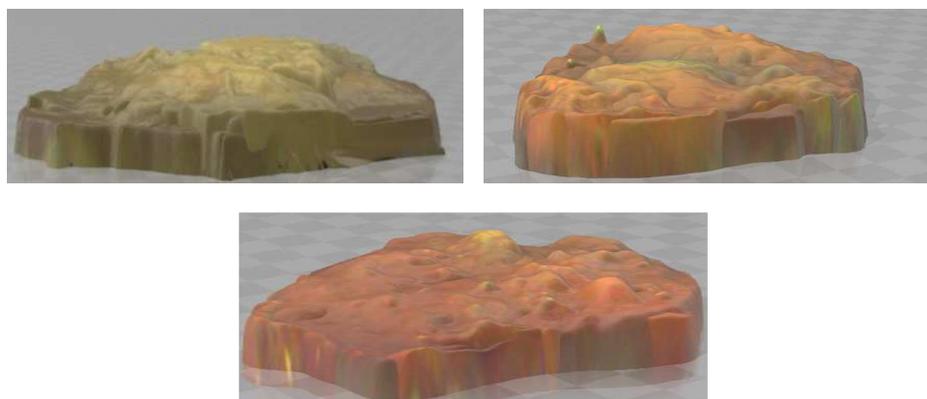


Рисунок 6. – 3D модели, построенные по отобранным частицам образцов песка

Исходя из результатов проведенных исследований, можно сделать вывод, что пески, близкие по гранулометрическому составу и происхождению, имеют различную окатанность, что, несомненно, будет влиять на прочностные характеристики таких грунтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-5.01-254-2012 (02250). Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования. - Введ. 01.07.12. - Минск: Минстройархитектуры строительства Республики Беларусь, 2012 – 102 с.
2. Соболевский Д.Ю. Прочность и несущая способность дилатирующего грунта/ Д.Ю. Соболевский. – Минск: Навука і тэхніка, 1994. – 232 с.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 699.844

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ****А. С. ВАСИЛЕНКО, М. С. КУЗЬМИНА**
(Представлено: Е. С. БОРОВКОВА)

В данной работе рассматривается метод акустико-эмиссионной диагностики бетонных образцов в режиме одноосного деформирования. Установлено, что в областях упругих и неупругих деформаций образца возникают сигналы акустической эмиссии. Получены экспериментальные данные, связывающие характеристики АЭ с механизмом деформирования бетонного образца.

Введение. Одной из важных задач в строительстве является обеспечение безопасной эксплуатации объектов. При этом особое внимание представляют конструкции, изготовленные из бетона, как наиболее распространенного и востребованного строительного материала. Вопрос о безопасной эксплуатации таких конструкций может быть решен только с использованием средств неразрушающего контроля (НК), чувствительных к малозначительным развивающимся дефектам. В связи с этим, задача выявления растущих трещин, в том числе находящихся на начальной стадии развития, представляется особенно актуальной. Для решения такой задачи хорошо зарекомендовал себя метод акустико-эмиссионной диагностики [1].

Акустическая эмиссия (АЭ) представляет собой явление генерации волн напряжений, вызванных внезапной перестройкой в структуре материала. Классическими источниками АЭ является процесс деформирования, связанный с ростом дефектов, например, трещины или зоны пластической деформации, при фазовых превращениях, связанных с изменением кристаллической решетки [2].

АЭ аппаратура работает только с электрическими сигналами, поэтому для приема и излучения акустических волн в основном используют пьезоэлектрические преобразователи, трансформирующие акустические колебания в колебания электрического напряжения и обратно. Преимущество пьезоэлектрических преобразователей в том, что они обладают высокой чувствительностью к деформациям и акустическим колебаниям [3].

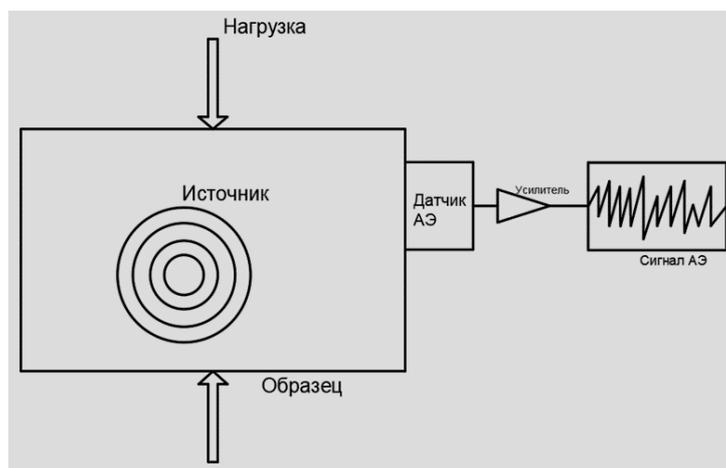
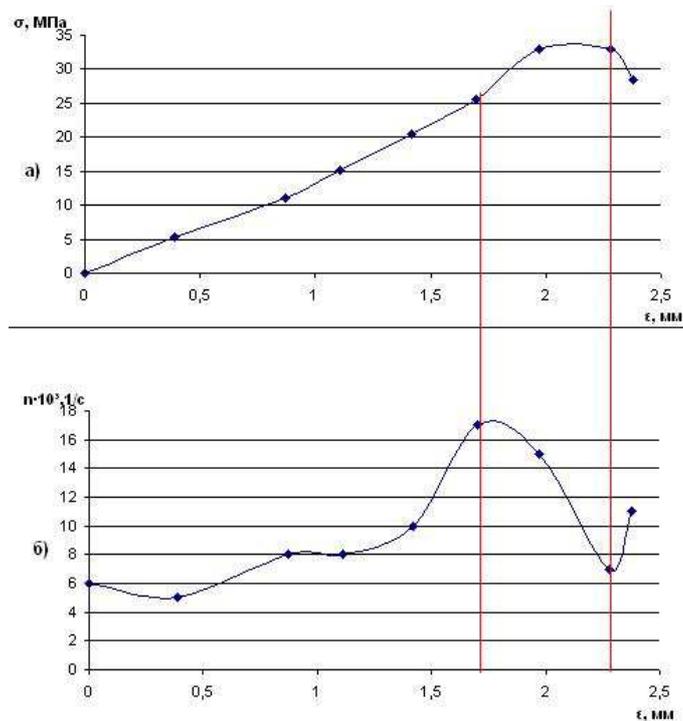


Рисунок 1. – Основные элементы акустико-эмиссионной диагностики

Ход работы. Цель данной работы заключалась в определении опытным путем как работает на практике метод акустико-эмиссионной диагностики. Измерения проводились при помощи специальной акустико-эмиссионной аппаратуры. В данной работе был проведен ряд экспериментальных исследований при заданной скорости нарастания нагрузки по испытанию бетонных образцов при их циклическом нагружении, вплоть до разрушения. В качестве экспериментального образца использовался бетонный камень кубической формы размером $100 \times 100 \times 100$ мм. Сущность метода заключалась в том, что происходила регистрация и анализ акустических волн, возникающих в процессе пластической деформации и разрушения (роста трещин) контролируемого объекта. Это позволяет формировать адекватную систему

классификации дефектов и критерии оценки состояния бетонных конструкций, основанные на реальном влиянии дефекта на объект [4].



а – зависимость напряжений σ от относительной деформации ϵ ;
б – зависимость активности акустической эмиссии от деформации ϵ

Рисунок 2. – Результаты акустической эмиссии испытаний бетонного камня

В ходе экспериментальных исследований мы следили на акустико-эмиссионной аппаратуре за всеми изменениями которые происходили в изучаемом образце, получали данные и графики, для последующего анализа и расчета. Основной задачей АЭ контроля является выявление показателей, которые отображают образование и рост трещин в бетонной конструкции, таких как место и время образования, оценка размера трещины, ее эволюция. Поэтому важно выделить и обработать перечисленную информацию из общего массива данных.

Заключение. По результатам проведенных опытов можем сделать вывод, что определена связь между акустическими сигналами и деформационными изменениями в бетонных образцах, в настоящее время возникает возможность и ведутся дальнейшие работы в области определения остаточного ресурса бетонных конструкций в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровкова Е.С. Параметры сигналов акустической эмиссии и их применение при мониторинге состояния структуры бетона / Шабанов Д.Н., Ягубкин А.Н., Вабищевич С.А., Боровкова Е.С., Трамбицкий Е.А // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F, Строительство. Прикладные науки. - 2019. - № 8. - С. 74-78.
2. Полок А. Акустико-эмиссионный контроль. Physical Acoustics Corporation (PAC) // Авторская перепечатка из книги Металлы (Metals handbook), 9-ое издание, т. 17, ASM International (1989): с. 278-294
3. Бехер, С. А. Основы неразрушающего контроля методом акустической эмиссии : учеб. пособие / С. А. Бехер, А. Л. Бобров. — Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2013. — 145 с.
4. Ермолов И.Н., Алешин Н.П., Потапов А.И. Неразрушающий контроль. Акустические методы контроля (под редакцией проф. В.В. Сухорукова). М.: Высшая школа, 1991.
5. Нарышкин Д.А. Особенности акустико-эмиссионного корреляционного контроля разрушения горных пород // Сб. трудов всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.В. Римского-Корсакова (Москва, АКИН, 10-11 ноября 2010 г.) - М.:ГЕОС, 2010. - С. 139-142.

УДК 539.374

ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГИХ ПОСТОЯННЫХ МАТЕРИАЛА В РЕЗУЛЬТАТЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Д. С. ВИШНЕВСКИЙ
(Представлено: А. Г. ЩЕРБО)

В статье рассматриваются эффекты упруго-пластического деформирования, в результате которых изменяются модули упругости материала. Как следствие, изменяется и упругая составляющая полной деформации, определяющая, например, упругое ядро. При малых допусках на пластическую деформацию неучёт этих изменений приводит к существенным погрешностям как при определении размеров упругого ядра и его формы, так и при определении других параметров образа процесса при сложном нагружении.

Изменение упругих свойств отмечено в ряде работ, где констатируется уменьшение модулей упругости E и G в процессе упругопластического деформирования. Количественные же результаты этих работ значительно разнятся, что указывает, очевидно, на различие методик и возможные методические ошибки. Общей неточностью методики в указанных работах следует считать измерение изменённых в процессе упругопластического деформирования модулей упругости после полной разгрузки предварительно деформированного за предел упругости образца. При этом на пути разгрузки и последующего нагружения возникают наряду с упругими и пластические деформации, что существенно влияет на величину изменённых модулей упругости. Исправить указанные ошибки позволяет методика, представленная ниже.

Эксперименты проводились на установке, выполненной по типу «мёртвой нагрузки» [5], нагружение осуществлялось порционно грузами точного веса, деформации измерялись зеркальными тензорами Мартенса, образцы - цельнотянутые тонкостенные трубы. Модули упругости E и G до пластического деформирования определялись предварительно по общепринятой методике. Затем путем закручивания или растяжения образцам сообщалась пластическая деформация заданной величины. Далее их выдерживали под нагрузкой и вслед за этим из различных точек кривой разгрузки осуществляли замкнутые по напряжениям циклы нагружения, по результатам которых и определяли модули упругости. Для объяснения количественных расхождений результатов образцу сообщалась пластическая деформация сдвига 0,016. Потом выполнялись полная разгрузка и повторное нагружение до того же уровня напряжений. Если при этом учесть деформацию цикла, считая её упругой, окажется, что модуль G уменьшился на 40 %.(Рисунок 1)

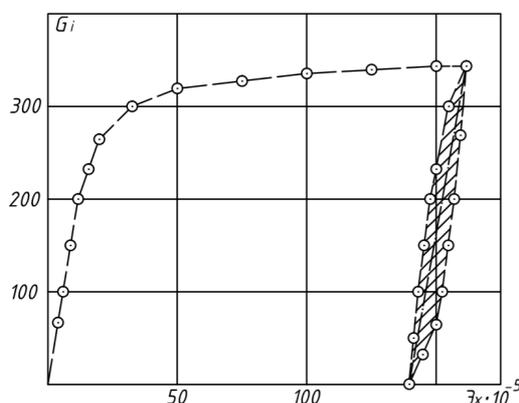


Рисунок 1. – Определение модуля упругости при полной разгрузке

Однако, как видно из рисунка 1, появляется петля гистерезиса, что свидетельствует, о наличии пластических деформаций в цикле разгрузка – нагрузка. Следовательно, непосредственное измерение модуля упругости в таком эксперименте содержит ошибку, т. к. полная деформация содержит пластическую составляющую. Следует добиться исчезновения петли гистерезиса путем циклического нагружения - разгрузки, а регистрируемые после этого деформации учитывать при определении модуля упругости. По предлагаемой методике образец был деформирован до величины 0,014 относительной деформации (рис.2). Уровень напряжений составил 240 МПа. Затем нагрузка была снижена до уровня напряжений 60 МПа и в диапазоне 60-140 МПа проведено 4 цикла нагрузки-разгрузки. В каждом цикле наблюдалось сужение петли гистерезиса и, наконец, слияние на четвертом цикле кривых нагрузки и разгрузки. Изме-

нение модуля G составило 6% по отношению к первоначальному. Указанная методика осуществлялась в диапазоне изменения напряжений 80 МПа на различных уровнях напряжений. Результаты оказались практически одинаковыми. При увеличении «размаха» изменения напряжений до 160 МПа "убрать" петлю гистерезиса полностью не удалось. Возможно, в данном случае сказываются временные эффекты, проявление которых отмечено в работе [5]. После вычета ширины петли из деформации этого диапазона уменьшение модуля составило 6,6% по отношению к первоначальному, т. е. такое же изменение, что и в диапазоне 80 МПа. (Рисунок 2)

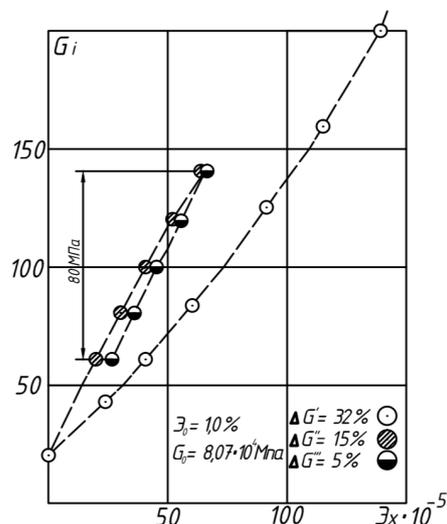


Рисунок 2. – Определение модуля упругости в упругом ядре

Для определения влияния величины предварительного пластического деформирования образцу сообщалась пластическая деформация 0,014. Изменение модуля G составило при этом 6,2%. Образец дополнительно деформировался до 0,0243. Уменьшение модуля составило еще 3,2%, т. е. общее уменьшение модуля 9,4% по отношению к первоначальному. Таким образом, наблюдается очевидная корреляция между величиной первоначальной деформации и величиной изменения модуля упругости.

Ряд экспериментов был посвящен влиянию деформации обратного знака на изменение модуля. Выяснилось, что после сообщения пластической деформации обратного знака модуль упругости G частично восстанавливался. Исследования по изменению модуля Юнга качественно подтвердили описанную выше картину, хотя его снижение было несколько меньшим. Так, после сообщения деформации растяжения 0,016 модуль E уменьшился на 5,7%. Представляет интерес и «скрестное» изменение модулей. При первоначальном сдвиге изменялись оба модуля упругости, аналогичная картина наблюдается и при первоначальном растяжении.

Таким образом, полученные результаты подтверждают факт изменения упругих постоянных в процессе упругопластического деформирования и уточняют методику определения изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильющин А. А. «Пластичность. Основы общей математической теории». М.: Издательство АН СССР, 1963. – 271 с.
2. Ленский В. С. «Экспериментальная проверка основных постулатов общей теории упругопластических деформаций». – В кн.: Вопросы теории пластичности. М.: Издательство АН СССР, 1961. – С. 58-82.
3. Коровин И. М. «Экспериментальное определение зависимости напряжений – деформация при сложном нагружении по траектории с одной точкой излома». – Инж. ж., т.4, 1964, № 3. – С. 592–600.
4. Шишмарев О. А., Кузьмин Е.Я. «О зависимости упругих постоянных металла от пластических деформаций». Изв. АН СССР, ОТН. Механика и машиностроени. – 1961. – №3.
5. Щербо А. Г. «Экспериментальная проверка постулата изотропии для траектории нагружения с разгрузками». Прикладная механика. – 1990. – №1.
6. О.А. Shishmarev, A.G. Shcherbo «Variation of elastic constants of metal during plastic deformation» Arch. Mech., 42, 1, pp. 43-52, Warszawa 1990.

УДК 539.374

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ
ПРИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ****Д. С. ВИШНЕВСКИЙ***(Представлено: А. Г. ЩЕРБО)*

В результате исследования процессов сложного нагружения, была создана общая математическая теория пластичности, удовлетворительно описывающая процессы данного класса. Значительный интерес при этом представляет граница упругих деформаций, т.е. переход к деформациям упругопластическим. В статье рассматривается методика построения границы упругого ядра с учётом изменения упругих постоянных.

Понятие поверхности текучести широко используется при построении моделей упругопластического деформирования в механике сплошных сред. При этом существенную роль играет как форма поверхности текучести, так и её смещение в зависимости от направления и величины сообщённой первоначальной упругопластической деформации. Так, в ряде работ поверхность текучести представлена в виде эллипса с центром, смещённым в направлении первоначального нагружения, в некоторых видах моделей упруго-пластического деформирования в виде окружности. Между тем, положение и форма поверхности текучести имеют решающее значение при определении упругой и пластической составляющих деформации на путях нагружения, различным образом ориентированных в пространстве напряжений. Экспериментальному построению поверхности текучести посвящено значительное число работ, в которых приводится подробная методика получения точек поверхности. Сравнивая результаты описанных экспериментов, можно сделать вывод о подтверждении тенденции смещения поверхности в сторону точки нагружения, однако, теоретическая форма поверхности, особенно на тыльной границе, экспериментального подтверждения, как правило, не получает. Причинами этого авторы указанных работ считают, например, недостаточно полный учёт временных эффектов при определении точек поверхности текучести и ряд других. Однако в результате упруго-пластического деформирования претерпевают существенные изменения механические характеристики материала, что приводит к изменению соотношения упругой и пластической составляющих полной деформации и порождает ошибки.

Предлагаемая методика построения упругой поверхности заключается в следующем. Образец деформируется путём закручивания до некоторой интенсивности. Затем образец разгружается в заведомо упругую область (упругое ядро) и из этой точки-репера осуществляется путь нагружения, составляющий некоторый угол с первоначальным направлением. Из полной деформации, выделившейся на этом пути, вычитается упругая составляющая для получения остаточной деформации. Точка поверхности считается найденной, когда остаточная деформация достигает величины, равной принятому допуску. Нагружение повторяется на другом образце до той же первоначальной интенсивности с последующим нагружением по пути, составляющему другой угол с первоначальным направлением деформирования. Таким образом, каждая точка поверхности определяется на основании деформирования одного образца. Поверхность, полученная по изложенной методике, построена по 30 точкам при допуске на пластическую деформацию 0, 00025. Эта поверхность оказалась вогнутой на тыльной части и вектор приращения пластической деформации в точке, противоположной точке нагружения и ближайших к ней точках, будучи перпендикулярным к поверхности, должен иметь отрицательную составляющую вдоль оси растяжения, что не наблюдается. Указанное противоречие может быть объяснено ошибочным уменьшением упругой составляющей, если считать эту величину по первоначальному модулю упругости, не учитывая его изменение в процессе предварительного упруго-пластического деформирования. Изменение модуля G при первоначальном закручивании составляет 12 – 15%, а изменение модуля E до 10%. Если учесть эти изменения при определении соответствующих составляющих, указанный выше допуск на пластическую деформацию достигается на более длинных лучах повторного нагружения. Тыльная часть поверхности текучести хоть и остаётся «поджатой» к точке нагружения, уже не является вогнутой и располагается в отрицательной части оси сдвига. Так, точка, противоположная точке нагружения перемещается в отрицательную часть оси сдвига на такую же величину, что и расстояние до тыльной точки, полученной по первоначальной методике, располагающейся в положительной части оси сдвига. Построенные при этом векторы приращения пластической деформации оказываются градиентальными к поверхности текучести с отклонениями порядка отклонений в других точках.

Таким образом, с учётом изменения модулей упругости построенная упругая поверхность оказывается более точной, на что указывает градиентальность векторов пластической деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильюшин А. А. «Пластичность. Основы общей математической теории». – М.: Издательство АН СССР, 1963. – 271с.
2. Ленский В. С. «Экспериментальная проверка основных постулатов общей теории упругопластических деформаций». – В кн.: Вопросы теории пластичности. – М.: Издательство АН СССР, 1961. С. 58-82.
3. Коровин И. М. «Экспериментальное определение зависимости напряжений – деформация при сложном нагружении по траектории с одной точкой излома» / Инж. ж. – 1964. – Т.4, № 3. – С. 592-600.
4. Шишмарев О. А., Кузьмин Е.Я. «О зависимости упругих постоянных металла от пластических деформаций». Изв. АН СССР, ОТН. Механика и машиностроения. – 1961. – №3.
5. Щербо А. Г. «Экспериментальная проверка постулата изотропии для траектории нагружения с разгрузками». Прикладная механика. – 1990. – №1.
6. О.А. Shishmarev, A.G. Shcherbo «Variation of elastic constants of metal during plastic deformation» Arch. Mech., 42, 1, pp. 43-52, Warszawa 1990.

УДК 699.844

ДИАГНОСТИКА ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

М. С. КУЗЬМИНА, А. С. ВАСИЛЕНКО
(Представлено: канд. техн. наук Д. Н. ШАБАНОВ)

В данной работе рассматриваются основные методы диагностики дорожных конструкций. В качестве перспективного направления мониторинга состояния дорожного полотна выделен метод акустической эмиссии.

Введение. Дорожное покрытие представляет собой верхнюю часть *дорожной* одежды, состоящей из одного или нескольких единообразных по материалу слоёв, непосредственно воспринимающая усилия от расчётной нагрузки и подвергающаяся прямому воздействию атмосферных факторов [1].

Общепризнана актуальность эффективного контроля качества автомобильных дорог, являющегося основным показателем транспортно-эксплуатационных характеристик дорожных одежд.

Одним из наиболее перспективных способов неразрушающего контроля является динамический метод диагностики прочности дорожного полотна, основанные на глубинных связях структуры и материалов дорожной конструкции с ее механическими свойствами. Структура и материалы, полностью определяют физико-механические свойства дорожной одежды, в то же время определяют и особенности процессов генерирования и распространения упругих колебаний (скорость распространения, декремент затухания, спектральный состав, фазовые соотношения и т.д.). В процессе испытаний дорожной одежды для оценки ее прочности измеряют упругий прогиб от расчётной нагрузки при статическом и динамическом нагружении [2].

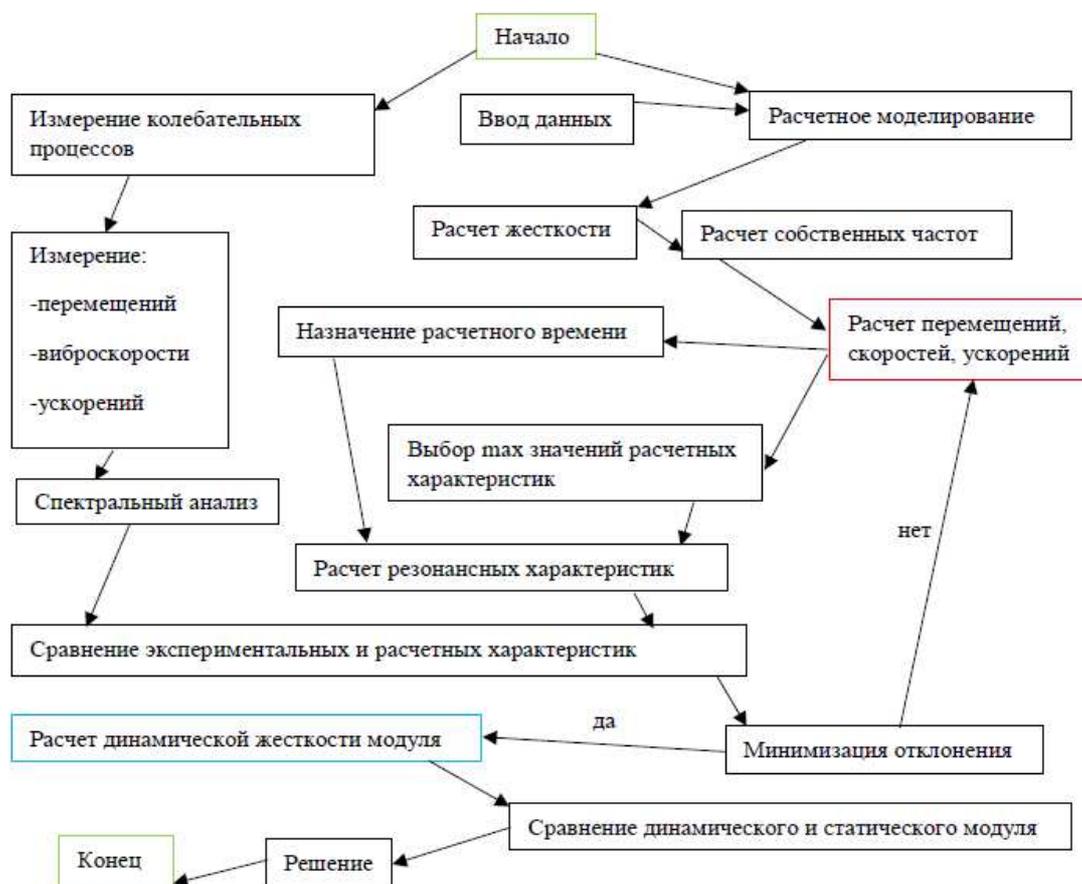


Рисунок 1. – Экспериментально-теоретический динамический метод контроля прочности дорожных конструкций

Различают механические и физические группы методов контроля качества цементобетонных конструкций. Механические методы основаны на локальном разрушении конструкций в тестовых точках. Прочностные свойства материалы оцениваются по силе, необходимой на разрушение части изделия, по твердости поверхности. Данные методы достаточно просты, однако отличаются невысокой точностью, не дают информации о наличии дефектов в конструкции, мало подходят для детального обследования слоев жесткой дорожной одежды в период эксплуатации. К физическим методам относятся радиометрический, электрический и виброакустический методы контроля. Использование данных методов позволяет получить данные о прочностных свойствах конструкции, толщине и плотности, наличии скрытых дефектов, оценивать ее надежность [4].

Применяемые для строительства дорожных одежд материалы слабо сопротивляются нагрузкам и подвержены накоплению остаточных деформаций. Это обусловлено в первую очередь структурой материала, представляющего собой смесь дискретных частиц разной формы и размеров, способных смещаться относительно друг друга под действием нагрузок. Как уже было сказано, на сегодняшний день существует большое количество способов определения прочности бетона с помощью методов как разрушающего, так и неразрушающего контроля, но все они хорошо изучены для материала со сформировавшейся структурой. Поэтому возникает актуальность в разработке и применение новых методик, которые позволят исследовать свежий бетон и прогнозировать его ресурс еще на стадии твердения. В этой области исследований хорошо себя зарекомендовал метод акустической эмиссии (АЭ), который позволяет регистрировать внутреннюю структурную активности асфальтобетона в процессе его твердения [5].

Основные этапы АЭ контроля любого объекта диагностирования – это:

- подготовка объекта и диагностирующего оборудования;
- настройка основных параметров АЭ системы;
- проведение испытаний;
- оценка результатов и оформление протокола.

Приведенная классификация основана на решаемых методом АЭ задачах неразрушающего контроля (НК). Так, АЭ материала используется для выявления развивающихся дефектов в материале ОК, АЭ трения используется для оценки степени износа в узлах трения механизмов, АЭ утечки – для обнаружения сквозных дефектов в сосудах давления. АЭ материала, в свою очередь, может быть вызвана несколькими причинами, представленными на рис. 2. [6].

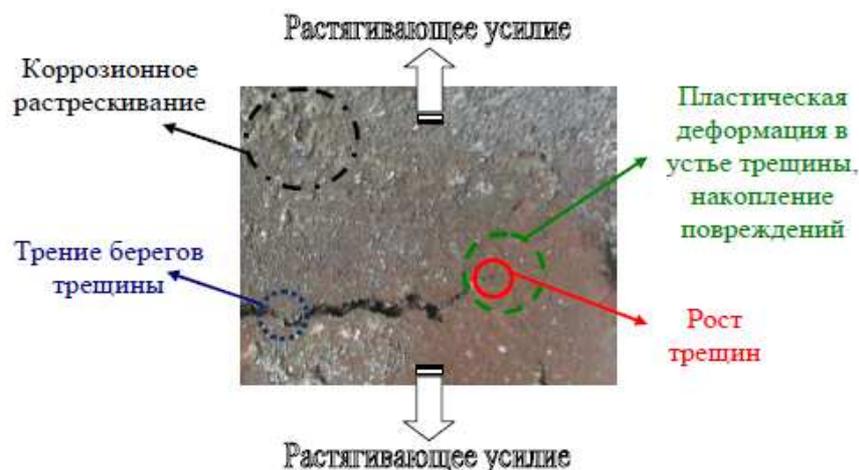


Рисунок 2. – Фрагмент ОК с дефектом и типичные источники АЭ материала

Заключение. Таким образом, в качестве положительных моментов в рассмотренных методах диагностики дорожных конструкций можно выделить несколько. Динамические методы оценки прочностных свойств дорожных одежд требуют применения математических моделей деформирования дорожных конструкций, позволяют с различным приближением получить пространственно – временные множества состояний дорожного полотна с возможностью различной степенью точности восстанавливать параметры моделируемой среды. Особое достоинство АЭ диагностики – это возможность оценки степени и скорости развития дефекта с целью продления безопасного срока эксплуатации изделия. АЭ метод относится к акустическому виду, поэтому для его применения в системе контроля необходимы знания закономерностей взаимодействия акустических волн с материалом ОК.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> [Электронный ресурс].
2. <https://naukovedenie.ru/PDF/34tvn113.pdf> [Электронный ресурс].
3. Автомобильные дороги. Строительство, ремонт, эксплуатация : справ. / Л.Г. Основина [и др.]. – Ростов н/Д : Феникс, 2011. – 490 с.
4. Васильев, А.П. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. – М.: Информавтодор, 2005.
5. Шабанов Д.Н., Ягубкин А.Н., Боровкова Е.С., Мониторинг уровней динамики структурообразования цементного камня методом акустической эмиссии и прогнозирование ресурса на его этапах твердения, Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации [Электронный ресурс]: электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк: Полоц. гос. ун-т, 2020. - С. 272 – 279.
6. Бехер, С. А. Основы неразрушающего контроля методом акустической эмиссии : учеб. пособие / С. А. Бехер, А. Л. Бобров. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2013. – 145 с.

УДК 624.072

**О ПЛОСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ МАССИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ
С УЧЕТОМ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ОСНОВАНИЯ****Ю. А. МАМАЕВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л. С. ТУРИЩЕВ)*

Рассматривается влияние учета деформируемости основания на величину опрокидывающей силы при плоском опрокидывании массивных сооружений. Деформируемое основание считается сплошной упругой средой, которое описывается моделью Винклера.

Проверка устойчивости положения массивных сооружений на опрокидывание в плоскости действия нагрузки обычно производится путем определения коэффициента устойчивости, который определяется как отношение удерживающего момента к моменту опрокидывающему. При таком определении коэффициента устойчивости сооружение рассматривается как абсолютно твердое тело и предполагается существование неподвижной оси вращения, что справедливо если основание абсолютно жесткое.

Однако в действительности основание сооружения является деформируемой средой. Поэтому проверка плоской устойчивости сооружения на опрокидывание с помощью коэффициента устойчивости является приближенным, а расчет устойчивости сооружений на опрокидывание на грунтовом основании в строгой постановке должен осуществляться с учетом взаимодействия между сооружением и основанием. Однако точное решение такой задачи, ввиду многообразия и непостоянства физико-механических свойств грунтов, является сложным. Поэтому для её приближенного решения следует использовать модели грунтового основания, упрощенно характеризующие его главные свойства – способность деформироваться и породить реактивный отпор сооружения.

В зависимости от вида учитываемых деформаций грунта и развивающихся в нем напряжений, различают следующие виды моделей [1]:

- сплошное упругое основание;
- сплошное упругопластическое основание;
- сплошное пластическое основание.

Наибольшее практическое применение при инженерных расчетах строительных сооружений, лежащих на грунтовом основании, имеет сплошное упругое основание.

Существуют различные виды моделей сплошного упругого основания, которые отличаются описанием реактивного отпора конструкции. Основными видами моделей такого основания являются:

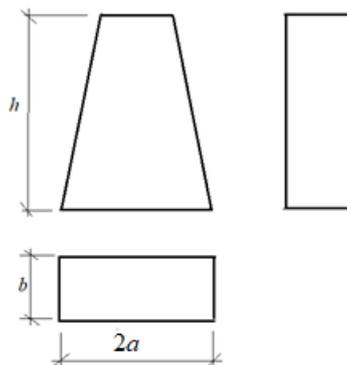
1) модель, основанная на гипотезе коэффициента постели, предложенной немецким инженером Винклером, и поэтому носящей его имя;

2) модель, основанная на теории упругого полупространства;

3) модель, основанная на использовании двух коэффициентов постели.

Учет взаимодействия между сооружением и основанием при решении задачи плоской устойчивости сооружения на опрокидывание с использованием некоторых моделей основания рассматривался в работах Н.П. Павлука [2; 3], Я.Б. Львина [4; 5].

В статье изучается влияние учета деформируемости основания согласно модели Винклера на величину силы, при которой происходит опрокидывание массивного сооружения в плоскости её действия. Сооружение считается абсолютно твердым телом, имеющим произвольную форму (рис. 1).

**Рисунок 1**

Подошва сооружения имеет форму прямоугольника со сторонами, удовлетворяющими соотношению $b < 2a$.

Согласно модели Винклера упругое деформируемое основание представляется в виде системы не связанных друг с другом линейно деформируемых пружин, каждая из которых отдельно работает на растяжение-сжатие. Особенностью использования модели при проверке устойчивости положения сооружения на опрокидывание является не учет деформаций растяжения, т.к. его подошва не связана с основанием и поэтому появление таких деформаций невозможно. Следовательно, реактивное давление на сооружение со стороны основания возможно в зоне деформаций сжатия и в произвольной точке этой зоны оно прямо пропорционально осадке в этой точке и равно

$$\sigma = cy.$$

Отклоненное положение сооружения при его опрокидывании в плоскости с учетом деформируемости основания имеет вид, показанный на рис. 2.

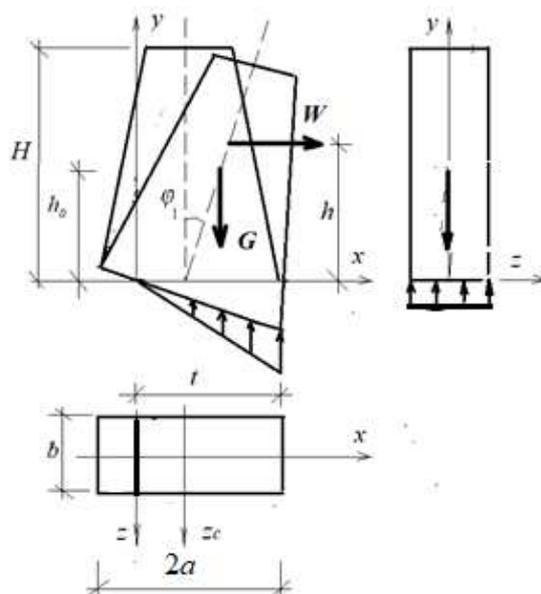


Рисунок 2

Равнодействующая вертикальных сил сооружения G проходит через центр тяжести его подошвы при не отклоненном положении. Опрокидывание вызывается горизонтальной силой W , лежащей в плоскости xOy .

Отклоненное положение сооружения описывается двумя уравнениями равновесия

$$\begin{aligned} \sum y = 0 \dots -G + \int_{A_k} \sigma dA &= 0, \\ \sum M_z = 0 \dots W \cdot h + G(t - a + h_0 \varphi_1) - \int_{A_k} \sigma x dA &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где A_k – площадь сжатой зоны основания подошвой сооружения; t – расстояние от края сжатой зоны основания до середины нейтральной линии эпюры σ . Закон распределения нормальных напряжений описывается следующим выражением

$$\sigma = cy = cx\varphi_1 \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), после вычисления интегралов получим

$$\begin{aligned} \sum y = 0 \dots -G + c \frac{bt^2}{2} \cdot \varphi_1 &= 0, \\ \sum M_z = 0 \dots W \cdot h + G(t - a + h_0 \varphi_1) - c \frac{bt^3}{12} \cdot \varphi_1 &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Решая систему уравнений (3), получим формулу, связывающую опрокидывающую и удерживающую силы,

$$W = W_0 \left(1 + \frac{2t}{3a} - 2 \frac{Gh_0}{cabt^2} \right). \quad (4)$$

Здесь $W_0 = G \frac{a}{h}$ – значение опрокидывающей силы сооружения без учета деформируемости его основания.

Кроме того, формула (4) описывает опрокидывающую силу как функцию от величины t , характеризующей положение нейтральной линии эпюры σ . Исследуя (4) на экстремум, найдем, что плоское опрокидывание происходит при значении

$$t_0 = 2a \cdot \sqrt[3]{\frac{G}{G_z^{sp}}}. \quad (5)$$

Здесь

$$G_z^{sp} = \frac{cI_{z_c}}{h_0} \quad (6)$$

– критическое значение вертикальной нагрузки, при котором происходит плоское опрокидывание сооружения относительно оси z_c при отсутствии горизонтальных сил.

Тогда значение силы W , при котором происходит плоское опрокидывание сооружения при совместном действии с силой G , будет равно

$$W_{nz} = W_0 \left(1 - \sqrt[3]{\frac{G}{G_z^{sp}}} \right). \quad (7)$$

Так как размеры подошвы сооружения удовлетворяют соотношению $b < 2a$, то формула (6) определяет максимальное критическое значение вертикальной нагрузки при отсутствии горизонтальных сил. Поэтому минимальное критическое значение нагрузки будет равно

$$G_x^{sp} = \frac{cI_x}{h_0}. \quad (8)$$

Подставляя (8) в (7), найдем значение минимальной опрокидывающей силы

$$W_{nz} = W_0 \left(1 - \left(\frac{b}{2a} \right)^{\frac{2}{3}} \sqrt[3]{\frac{G}{G_x^{sp}}} \right). \quad (9)$$

Введем безразмерные параметры

$$\mu = \frac{W}{W_0}, \quad \alpha = \sqrt[3]{\frac{G}{G_x^{sp}}}, \quad \beta = \frac{b}{2a}.$$

С их учетом формула (9) принимает вид

$$W_{nz} = \mu W_0. \quad (10)$$

где μ – параметр, учитывающий влияние деформируемости основания на величину минимальной опрокидывающей силы при плоском опрокидывании сооружения. Значения параметра μ описываются функциональной зависимостью

$$\mu = 1 - \beta^{\frac{2}{3}} \alpha$$

Графики зависимости параметра μ от параметров α и β приведены на рис. 3.

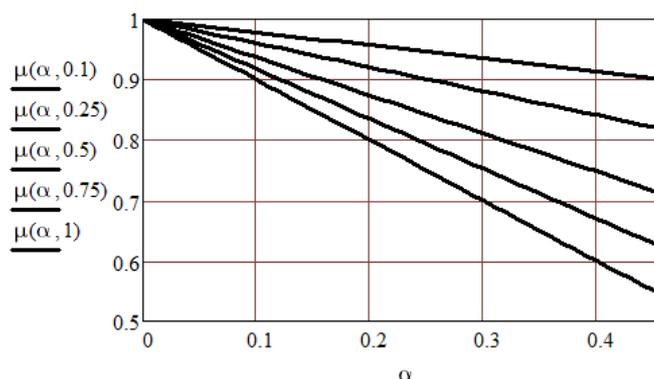


Рисунок 3

Из приведенных графиков видно, что учет деформируемости основания может приводить к существенному уменьшению величины опрокидывающей силы при плоском опрокидывании массивных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев, В.А. Расчет балок на упругом основании: учеб. пособие / В.А. Киселев. – М. : МАДИ, 1981. – 58 с.
2. Павлюк, Н.П. К вопросу о проверке устойчивости стенки на опрокидывание / Н. П. Павлюк // Проект и стандарт. – 1934. – № 8.
3. Павлюк, Н.П. Устойчивость жестких стен и колонн / Н. П. Павлюк // Тр. Ленинград. ин-та инженеров коммунального строительства. – 1935. – Вып. 11.
4. Львин, Я.Б. Устойчивость жестких стен и колонн на упругом и упругопластическом основании / Я.Б. Львин // Инженерный сб. – 1950. – Т. VII.
5. Львин, Я.Б. Об устойчивости жестких стен и массивов на упругом основании при действии произвольно направленных, в том числе поворачивающихся сил / Я.Б. Львин // Тр. Воронеж. инженерно-строит. ин-та. – 1950. – Вып. 2.

УДК 624.072

О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ МАССИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ОСНОВАНИЯ

Ю. А. МАМАЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л. С. ТУРИЩЕВ)

Рассматривается влияние учета деформируемости основания на величину опрокидывающей силы при пространственном опрокидывании массивных сооружений. Деформируемое основание считается сплошной упругой средой, которое описывается моделью Винклера.

Задача устойчивости положения массивных сооружений на опрокидывание в плоскости действия сил с учетом деформируемости основания рассматривалась в работах Н.П. Павлюка [1; 2], Я. Б. Львина [3; 4], А.Р. Ржаницына [5]. При этом авторами этих работ изучалась плоская устойчивость положения таких сооружений, т.е. предполагалось, что опрокидывание происходит в плоскости действующих сил.

В статье изучается пространственная устойчивость положения массивных сооружений на опрокидывание при действии плоской системы сил с учетом деформируемости основания. Выясняется возможность бокового опрокидывания сооружения, т.е. опрокидывания в направлении, отличного от плоскости действия нагрузки.

Сооружение считается абсолютно твердым телом, имеющим произвольную форму. Подошва сооружения имеет форму прямоугольника со сторонами. Упругое деформируемое основание описывается моделью Винклера. Принимается, что подошва сооружения не связана с основанием, поэтому растягивающие напряжения в основании подошвы отсутствуют.

Отклоненное положение сооружения при его боковом опрокидывании с учетом деформируемости основания имеет вид, показанный на рис. 1.

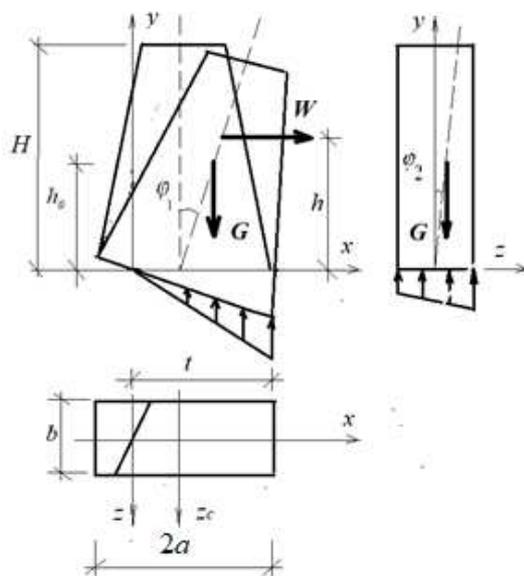


Рисунок 1

Равнодействующая вертикальных сил сооружения G проходит через центр тяжести его подошвы при не отклоненном положении. Опрокидывание вызывается горизонтальной силой W , лежащей в плоскости xoy .

Отклоненное положение сооружения при боковом опрокидывании описывается тремя уравнениями равновесия

$$\begin{aligned} \sum y = 0 \dots -G + \int_{A_c} \sigma dA &= 0 \\ \sum M_x = 0 \dots -G \cdot h_0 \cdot \varphi_2 + \int_{A_c} \sigma z dA &= 0 \\ \sum M_z = 0 \dots W \cdot h + G(t - a + h_0 \varphi_1) - \int_{A_c} \sigma x dA &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

где A_k – площадь сжатой зоны основания подошвой сооружения; t – расстояние от края сжатой зоны основания до середины нейтральной линии эпюры σ .

Закон распределения нормальных напряжений описывается следующим выражением

$$\sigma = cy = cx\varphi_1 + cz\varphi_2. \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), после вычисления интегралов получим

$$\begin{aligned} \sum y = 0 \dots -G + c \frac{bt^2}{2} \cdot \varphi_1 + c \frac{b^3}{12} \cdot \frac{\varphi_2^2}{\varphi_1} &= 0 \\ \sum M_x = 0 \dots (12G \cdot h_0 - ctb^3) \cdot \varphi_2 &= 0 \\ \sum M_z = 0 \dots W \cdot h + G(t - a + h_0\varphi_1) - c \frac{bt^3}{12} \cdot \varphi_1 &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Из уравнений (3) видно, что потеря устойчивости положения сооружения может происходить, как опрокидывание в плоскости действия нагрузки (плоское опрокидывание), когда $\varphi_1 \neq 0$, а $\varphi_2 = 0$, так и как опрокидывание в боковом направлении (пространственное опрокидывание), когда $\varphi_1 \neq 0$ и $\varphi_2 \neq 0$.

Таким образом, возможность появления бокового опрокидывания характеризуется условием $\varphi_2 \neq 0$. Из второго уравнения системы (3) следует, что это возможно только при

$$t_0 = \frac{12Gh_0}{cb^3} = 2a \frac{G}{G_x^{sp}}. \quad (4)$$

где $G_x^{sp} = \frac{cI_x}{h_0}$ – минимальное критическое значение вертикальной нагрузки при отсутствии горизонтальных сил. Подставляя (4) в первое и третье уравнения системы (3) и решая их совместно, найдем значение W , при котором наступает боковое опрокидывание

$$W_0 = G \frac{a}{h} \left[1 - \frac{2}{3} \frac{G}{G_x^{sp}} - \frac{1}{3} \left(\frac{b}{2a} \right)^2 \frac{G_x^{sp}}{G} \right]. \quad (5)$$

Решение (11) имеет практический смысл только в том случае, когда опрокидывание в боковом направлении наступит раньше, чем произойдет опрокидывание в плоскости действия нагрузки. Это возможно при выполнении двух условий для положения нейтральной линии.

Во-первых, когда положение нейтральной линии при боковом опрокидывании будет удовлетворять условию

$$t_0 \geq t_0, \quad (6)$$

где $t_0 = 2a \cdot \sqrt[3]{\frac{G}{G_z^{sp}}}$ – положение нейтральной линии, при котором происходит плоское опрокидывание.

Подставляя (4) в (6), получим первое условие, при соблюдении которого становится возможным боковое опрокидывание

$$\frac{G}{G_x^{sp}} \geq \frac{b}{2a}. \quad (7)$$

Во-вторых, когда нейтральная линия при боковом опрокидывании будет оставаться в пределах основания, т.е. ее положение будет удовлетворять соотношению

$$t_0 < 2a. \quad (8)$$

При подстановке (4) в (8) получаем, что значения опрокидывающей силы (5) ограничены условием

$$\frac{G}{G_x^{sp}} < 1. \quad (9)$$

А при значении

$$\frac{G}{G_x^{sp}} = 1 \quad (10)$$

боковое опрокидывание происходит при отсутствии горизонтальной силы.

Объединяя условия (7) и (9), получим область значений горизонтальных нагрузок, при достижении которых будет происходить боковое опрокидывание сооружения

$$\frac{b}{2a} \leq \frac{G}{G_x^{sp}} \leq 1. \quad (11)$$

Тогда область значений горизонтальных нагрузок

$$0 \leq \frac{G}{G_x^{sp}} \leq \frac{b}{2a} \quad (12)$$

определяет те значения таких нагрузок, при которых происходит плоское опрокидывание сооружения.

Введем безразмерные параметры

$$\mu = \frac{Wh}{Ga}, \quad \alpha = \sqrt[3]{\frac{G}{G_x^{sp}}}, \quad \beta = \frac{b}{2a}.$$

Параметр μ характеризует влияние податливости основания на величину опрокидывающей силы и может принимать значения в интервале

$$0 < \mu \leq 1.$$

Параметр α характеризует относительный уровень нагружения вертикальной нагрузкой в сравнении с ее критическим значением, при котором происходит плоское опрокидывание сооружения, и может принимать значения в интервале

$$0 \leq \alpha \leq 1.$$

Параметр β характеризует влияние соотношения размеров подошвы сооружения на величину параметра μ и может принимать значения в интервале

$$0 < \beta \leq 1.$$

С учетом введенных безразмерных параметров формула (5) для определения величины опрокидывающей силы принимает вид

$$W = \frac{Ga}{h} \cdot \mu. \quad (13)$$

Входящий в (13) параметр μ является функцией параметров α и β .

Согласно формуле (5) функциональная зависимость параметра μ от параметров α и β при пространственном опрокидывании имеет вид

$$\mu = 1 - \frac{2}{3}\alpha^3 - \frac{1}{3}\frac{\beta^2}{\alpha^3}. \quad (14)$$

В этом случае согласно условию (11) параметр α может принимать значения в интервале

$$\beta^{\frac{1}{3}} \leq \alpha \leq 1. \quad (15)$$

Значения параметра μ , при которых впервые может происходить боковое опрокидывание, описываются функциональной зависимостью

$$\mu = 1 - \alpha^3. \quad (16)$$

Графики зависимостей параметра μ от параметров α и β согласно формулам (14), (16) приведены на рис. 2.

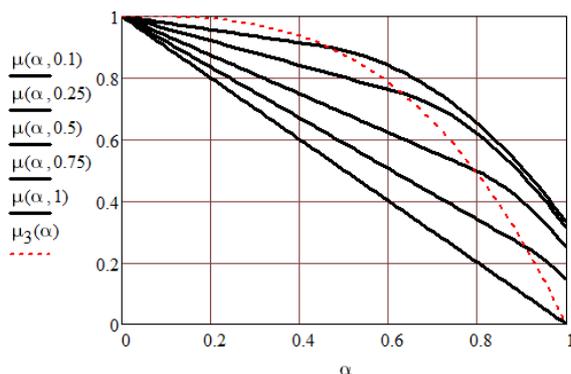


Рисунок 2

На графиках (рис. 2) сплошные линии описывают значения параметра μ , при которых может происходить плоское или боковое опрокидывание, пунктир описывает значения параметра μ , при которых впервые происходит боковое опрокидывание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлюк, Н.П. К вопросу о проверке устойчивости стенки на опрокидывание / Н. П. Павлюк // Проект и стандарт. – 1934. – № 8.
2. Павлюк, Н.П. Устойчивость жестких стен и колонн / Н. П. Павлюк // Тр. Ленинград. ин-та инженеров коммунального строительства. – 1935. – Вып. 11.
3. Львин, Я.Б. Устойчивость жестких стен и колонн на упругом и упругопластическом основании / Я.Б. Львин // Инженерный сб. – 1950. – Т. VII.
4. Львин, Я.Б. Об устойчивости жестких стен и массивов на упругом основании при действии произвольно направленных, в том числе поворачивающихся сил / Я.Б. Львин // Тр. Воронеж. инженерно-строит. ин-та. – 1950. – Вып. 2.
5. Ржаницын, А.Р. Устойчивость равновесия упругих систем / А.Р. Ржаницын. – М. : Гостехиздат, 1955. – 476 с.

ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 624.078.1/.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ БАЛЛАСТИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Н. А. БОГДАНОВИЧ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л. М. СПИРИДЕНОК)

В данной статье рассмотрен вопрос о эффективности использования метода математического моделирования, возможности разрушения изоляции трубопровода и соединительных элементов утяжелителей при установке балластирующих элементов свыше угла в 5 градусов.

Введение. Одним из условий надежной и безопасной эксплуатации магистральных нефтепроводов является соблюдение их нормативной глубины залегания относительно поверхности земли. На трубопроводах, проходящих по заболоченным участкам, с целью предотвращения возможности всплытия необходимо использовать балластирующие устройства (утяжелители). По положению пункта 9.6 ТКП [1] «утяжелители следует располагать на нефтепроводе без наклона в ту или другую сторону относительно вертикали. Допускается отклонение от вертикального положения не более 5°».

Однако при проведении работ по установке балластирующих устройств типа УБО (устройство балластирующее охватывающее) могут быть использованы имеющиеся в наличии утяжелители, предназначенные для магистральных нефтепроводов большего диаметра, с соединительным поясом большей длины. В таком случае возникает проблема увеличения угла наклона относительно вертикали, который в таком может превышать требования технического нормативного правового акта. Для проверки напряжения в конструкции применялось математическое моделирование в программе SolidWorks, так как данная программа покажет с максимальной точностью, поведение магистрального нефтепровода на протяжении его эксплуатации.

Постановка задач:

- Анализ возможных последствий нефтепровода.
- Изучение всех составных компонентов и характеристик системы трубопровода с утяжелителем.
- Создание трёхмерных моделей всех элементов с указанными характеристиками.
- Определение усилий, оказываемых соединительными поясами на изоляцию в местах соприкосновения, а также сборка трехмерной модели всех компонентов.
- Процесс «симуляции» напряженно-деформированного состояния системы.

Основная часть. Первым этапом проведение математического моделирования - анализ возможных последствий. Из анализа были выбраны следующие сценарии разрушения конструкции вследствие изменения угла установки утяжелителей:

- Увеличение статических напряжений и разрушение соединительных поясов и/или изоляции, вследствие уменьшения пятна контакта изоляция-соединительный пояс.
- Смятие или истирание изоляционного покрытия магистрального нефтепровода при перемещении соединительного пояса вследствие подвижек грунта и вибрационных воздействий турбулентного потока перекачиваемой нефти.

При рассмотрении возможности реализации первого сценария разрушения было решено создать математическую модель и определить напряженно-деформированное состояние исследуемой системы нефтепровод-утяжелитель. Для создания модели на первом этапе были изучены составные элементы моделируемой системы, их геометрические параметры и характеристики используемых материалов. Для определения составных элементов данной системы использовались рабочие чертежи и технические условия на изготовление и утяжелителей типа УБО-1020 [2,3], а также технические условия на изготовление труб с заводским антикоррозионным полимерным покрытием, используемых для магистральных нефтепроводов [4].

Для моделирования были приняты следующие параметры компонентов системы:

- Характеристика трубопровода: наружный диаметр – 820 мм, толщина стенки – 10 мм, материал трубопровода – Сталь 17ГС.
- Характеристика изоляции: заводская трехслойной изоляции типа ЗН-1, толщина изоляции – 3 мм, защита изоляции – скальный лист.

- Соединительный пояс: – 1-ПС 1020.
- Характеристика блоков утяжелителей ГОСТ, Серия ТУ 102-300-81: длина L – 1500 мм, высота h– 1100 мм, геометрический объем– 0,907 м.куб. объем бетона– 0,73 м.куб, вес – 1680 кг.

Моделирования напряженно-деформированного состояния в конструкции проводилось с использованием метода конечных элементов. Анализ конструкций, сборных элементов, деталей и узлов, осуществлялся с помощью системы SolidWorks Simulation которая полностью интегрирована с SolidWorks [5-8]. Такой анализ позволил прогнозировать поведение компонентов в реальной среде путем виртуального тестирования САД-моделей. Помимо всего она обеспечивает анализ напряжения в конструкции, потери устойчивости, оптимизации, частотный и термический анализ, а также позволяет производить аналитические решения задач. В процессе моделирования создавались трёхмерные модели всех перечисленных компонентов, с соответствующими геометрическими параметрами и характеристиками. Каждый компонент: – труба, трехслойная изоляция с защитным покрытием из скального листа, соединительный пояс, блоки, сопрягались друг с другом во взаимосвязях.

При проведении моделирования рассматривалась статическая линейно-упругая изотропная модель взаимодействия компонентов и использовался встроенный решатель FFEPlus, которому позволялось моделировать в том числе и при больших смещениях элементов модели. Для определения напряженно-деформированного состояния использовалось сплошное покрытие расчетной модели сеткой с размером ячейки 60 мм.

В результате анализа полученных данных определена площадь пятна контакта соединительного пояса и изолированной поверхности нефтепровода (ширина которого равно 90 мм, длина дуги соприкосновения пояса и изоляции – 260 мм). Изменение угла отклонения утяжелителей в вертикальной плоскости менее 300 в процессе моделирования было запрещено, чтобы не увеличивать возможное пятно контакта и рассматривать наихудший из возможных вариантов нагружения. Напряжение в металлической ленте соединительного пояса в результате воздействия нагрузки от блоков составит 238 МПа, при этом деформации пояса не наблюдалась. Изоляционное покрытие будет сжато, но его повреждения не произойдет. Дальнейшее моделирование увеличения нагрузки на нефтепровод до разрушения показало, что разрыв соединительного пояса произойдет при напряжениях 715 МПа и деформации (удлинении) пояса на 8.717 мм. При этом повреждения изоляции не наблюдается, а её деформация (сжатие) составляет 1,38002 мм.

В итоге проведенного расчета статической модели нефтепровода на прочность выявлено, что разрушения изоляции и соединительных элементов не произойдет. Напряжения в соединительных элементах составляют одну треть от напряжений, которые могут разрушить изоляцию.

Вывод. Для определения нагрузок на магистральный нефтепровод, эффективно использовать метод математического моделирования, так как этот метод точнее всех приближен к реальным условиям эксплуатации нефтепровода. Проведенные исследования с использованием разработанной математической модели нефтепровода показали, что напряжения в соединительных поясах утяжелителей и в изоляции нефтепровода не критичны. Работоспособность и долговечность нефтепровода при таком нагружении обеспечивается, так же трубопровод выдержит вибрацию под действием внешних сил и смещение соединительного пояса не произойдет.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 419-2012 (09100) «Строительство магистральных нефтепроводов. Конструкции и балластировка».
2. Утяжелители бетонные охватывающие для магистральных трубопроводов. Проект №999Б. Рабочие чертежи. Миннефтегазстрой. Главное техническое управление. Экспериментально-конструкторское бюро.
3. ТУ 102-300-81 Утяжелители сборные железобетонные охватывающего типа.
4. ТУ 14-3 Р-67-2003 Трубы стальные электросварные диаметром до 1420 мм с наружным антикоррозионным полиэтиленовым покрытием для строительства магистральных нефтепроводов.
5. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации, ДМК Пресс, 2015, 562 с.
6. Dassault Systemes Новые возможности SolidWorks 2019 Издательство: USA: Waltham: Dassault Systemes (DS) SolidWorks Corp. 2019 – 242 с.
7. Бате Н., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. – М.: Стройиздат, 1982. – 448 с.
8. Голованов А.П., Тюленева О.Н., Шигабутдинов А.Ф. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. – М. : Физматлит, 2006. – 392 с.

УДК 621.64

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗМЕЩЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЧЕРТЕ ГОРОДА ВИТЕБСКА

В. О. САВЕЛЬЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. Г. КУЛЬБЕЙ)

Увеличение количества автовладельцев в стране приводит к постройке новых и модернизации функционирующих автозаправочных станций (АЗС). Особенность АЗС – это расположение оборудования на открытых площадках. Такое размещение предполагает, что образующиеся горючие и ядовитые пары рассеиваются естественными воздушными потоками, и концентрация этих паров затем снижается до неопасного уровня. Взрывы или пожары на наружных АЗС вероятны только в результате чрезвычайных ситуаций, которые приводят к образованию взрывоопасных концентраций паров нефтепродуктов в воздушной среде.

Проектирование АЗС осуществляется с использованием [1], однако, на наш взгляд, не учитываются требования [2].

Нами было проведено исследование комплексной оценки последствий чрезвычайных ситуаций на автозаправочных станциях. Приведены результаты расчётов определения радиусов опасных зон и условной вероятности поражения людей.

Нами были проанализированы несколько АЗС, расположенных в г. Витебске. А именно был проведён анализ безопасных расстояний до ближайших окружающих объектов. Наиболее небезопасным местом расположения АЗС в г. Витебске я посчитала АЗС «Лукойл», мимо которой расположена дорога к торговому центру «Корона». Наиболее предпочтительно было оценить вероятность поражения людей по дороге к торговому центру, расстояние до которой составляет 8 м.

Для рассматриваемой АЗС были произведены вычисления в соответствии с [2], в результате которых зоны опасных расстояний следующие:

Таблица 1. – Размеры опасных зон

Наименование сценария аварии	Радиусы опасной зоны, м
Пожар пролива легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ*)	558
«Огненный» шар	116
Взрыв паров ЛВЖ	96

*в качестве ЛВЖ был рассмотрен бензин

Существуют некоторые иные характерные свойства АЗС, которые делают их потенциально опасными для жизни человека. К числу таких особенностей можно отнести применение технологического оборудования, отработавшего установленный срок эксплуатации, а также повышенная пожарная опасность при применении отечественных автоцистерн и автомобилей.

Каждая из вероятных аварийных ситуаций может быть многостадийна в своём развитии и формировании, а при некоторых условиях может быть приостановлена, а также может перейти в следующую стадию или на степень выше.

Результаты вычисления воздействия аварий при ЧС могут применяться большим количеством научно-исследовательских организаций и различных предприятий, которые обладают практическим интересом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : ТКП 474-2013 (02300). – Введ. 29.01.2013. – Минск : М-во по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2013. – 57с.
2. Автозаправочные станции. Пожарная безопасность. Нормы проектирования и правила устройства : ТКП 253-2010 (02300). – Введ. 13.08.2010. – Минск : М-во по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2010. – 33с.
3. Кульбей А.Г. Построение полей индивидуального риска для промышленных объектов / А.Г. Кульбей, И.А. Леонович // Вестник Полоцк. гос. ун-та. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2013. – №8.
4. Кульбей А.Г. Анализ опасности размещения АЗС в черте города / А.Г. Кульбей, В.О. Савельева // сб. материалов XIV международной научно-практической конференции курсантов (студентов), слушателей и адъюнктов (аспирантов, соискателей) ученых.: Т. 1. – Минск : УГЗ, 2020. – 135 с.

УДК 621.64

АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ АЗС В ЧЕРТЕ ГОРОДА ВИТЕБСКА**В. О. САВЕЛЬЕВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. Г. КУЛЬБЕЙ)*

Исследование зон влияния взрыва позволяет принимать некоторые решения при проектировании и строительстве взрывопожароопасных объектов (АЗС) в черте города. Также анализ данных зон позволяет составлять план мероприятий, которые могут быть направлены на сведение к минимуму и устранение пагубных последствий чрезвычайных ситуаций взрывного характера.

Анализ рисков важен для обоснования страховых тарифов при страховании ответственности за ущерб окружающей среде от аварий взрывного характера. Не менее важным является разработка мер безопасности, которая также возможна благодаря правильной оценке всех возможных рисков при аварии.

Нами были рассмотрены различные сценарии аварии: возгорание пролива, огненный шар и взрыв; а также различные условия возникновения этих аварий. Представлены выводы о размещении рассматриваемой АЗС как опасной зоны для прилегающих территорий, зданий и сооружений, а также для близлежащей пешеходной зоны. В результате, как будет показано далее, возможно травмирование людей далеко за территорией АЗС.

В соответствии с полученными результатами при расчётах определения радиусов опасных зон и условной вероятности поражения людей при осуществлении различных сценариев аварий, можно сделать вывод, что условная вероятность поражения людей при пожаре пролива на расстоянии 8 метров при всех сценариях протекания аварий равна 100%. Так, 90,1% и 99,6% риск поражения людей имеется на расстоянии 33 метров при проливе 5м³ и 10м³ топлива соответственно; на расстоянии 65 метров при проливе 10м³, 15м³, 20м³ и 33м³ риск поражения людей равен 20,8%, 56,5%, 79,9% и 97,5% соответственно.

Главным поражающим фактором при воздействии на человека от «огненного шара» является предельно допустимая доза теплового излучения и интенсивность теплового излучения. Результаты расчета поражающих факторов при воздействии «огненного шара» показали, что условная вероятность поражения тепловым излучением человека, идущего по дороге к торговому центру «Корона», составит 96,8%.

Одним из самых тяжёлых поражающих факторов, вероятных при возможной аварии на АЗС, является избыточное давление фронта ударной волны, образующейся при взрыве. При полученном перепаде давлений 8,015 кПа на расстоянии 65 м к общественному месту, которое предназначено для посадки/высадки пассажиров рейсового наземного общественного транспорта, будет иметь место быть травмирование людей. Ударная волна способна вызвать контузию лёгких, разрыв барабанных перепонок, отбрасывание ударной волной и/или временную потерю управляемости. Если говорить о зоне дороги к торговому центру, то на ней возможно смертельное травмирование людей.

Исходя из приобретённых сведений можно сделать вывод, что при реализации рассматриваемых сценариев аварий, дорога к торговому центру «Корона» является опасной зоной.

В настоящее время обеспечение автомобильным топливом потребителей выполняется через 862 АЗС, расположенных во всех областях Республики Беларусь. В соответствии с нормативными требованиями, жилые здания и места массового пребывания людей находятся на безопасном расстоянии от представленных АЗС. Однако, как показано в этой статье и др. [3], образующиеся зоны поражения при развитии аварий превышают предусмотренные зоны безопасных расстояний, которые определяются только для обеспечения пожарной безопасности, но не взрывобезопасности.

Анализ приобретённых результатов исходов аварий на АЗС (радиусов зон поражения) с минимальными расстояниями от АЗС до объектов, к ней не относящихся [2], демонстрирует, что даже при следовании требованиям законодательства имеется вероятность повреждений или разрушения соседних зданий, а также поражения людей, находящихся в зоне действия последствий аварии.

Вычисление результатов влияния взрывов при ЧС могут применяться большим количеством научно-исследовательских организаций и различных предприятий, которые обладают практическим интересом. Также полученные в результате расчётов данные могут использоваться органами республиканского местного управления, штабами ГО, подразделениями МЧС.

ЛИТЕРАТУРА

5. Категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : ТКП 474-2013 (02300). – Введ. 29.01.2013. – Минск : М-во по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2013. – 57с.
6. Автозаправочные станции. Пожарная безопасность. Нормы проектирования и правила устройства : ТКП 253-2010 (02300). – Введ. 13.08.2010. – Минск : М-во по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2010. – 33с.
7. Кульбей А.Г. Построение полей индивидуального риска для промышленных объектов / А.Г. Кульбей, И.А. Леонович // Вестник Полоцк. гос. ун-та. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2013. – №8.
8. Кульбей А.Г. Анализ опасности размещения АЗС в черте города / А.Г. Кульбей, В.О. Савельева // сб. материалов XIV международной научно-практической конференции курсантов (студентов), слушателей и адъюнктов (аспирантов, соискателей) ученых.: Т. 1. – Минск : УГЗ, 2020. – 135 с.

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА. ДИЗАЙН

<i>Балдуева А. В.</i> Соучаствующее проектирование на стыке архитектуры и средовых исследований.....	3
<i>Балдуева А. В.</i> Соучаствующее проектирование в Беларуси на примере опыта города Могилева	6
<i>Бегунова Д. П.</i> Проблемы естественного освещения в помещениях	9
<i>Бегунова Д. П.</i> Улучшение естественной освещенности квартиры и офисного помещения	12
<i>Бородейко И. В.</i> История развития модульного строительства	15
<i>Бородейко И. В.</i> Обзор современного уровня развития модульных зданий в Республике Беларусь	18
<i>Бородейко И. В.</i> Обзор современных модульных зданий за границей.....	20
<i>Бородейко И. В.</i> Рациональность современного модульного строительства	22
<i>Брытиков Н. В.</i> Дизайн-концепция дирижабля как мобильной туристической гостиницы	25
<i>Короткая А. В.</i> Визуальные основы универсального дизайна в высших учебных заведениях.....	28
<i>Короткая А. В.</i> Оптимизация пространственной среды учреждений образования для организации обучения слабослышащих и глухих.....	31
<i>Короткая А. В.</i> Проблемы создания инклюзивной системы образования в высших учебных заведениях и пути их решения.....	33
<i>Саможенова К. Р.</i> Цветовой климат интерьера аудиторий Витебского государственного технологического университета	35
<i>Сергеева Е. А.</i> Инклюзивные спортивные центры в Беларуси	38
<i>Сергеева Е. А.</i> Зарубежный опыт социального проектирования.....	41
<i>Соколовская В. В., Саможенова К. Р.</i> Основные принципы создания цветового климата общественного интерьера.....	44
<i>Соколовская В. В., Саможенова К. Р.</i> Колористическая среда учебных пространств университетов европейских стран.....	47
<i>Соколовская В. В., Саможенова К. Р.</i> Колористическая среда интерьеров аудиторий Университетов г. Минска.....	50
<i>Соколовская В. В.</i> Цветовой климат интерьеров аудиторий Полоцкого государственного университета.....	53
<i>Старикова К. М.</i> Особенности вертикального озеленения фасада	56
<i>Старикова К. М.</i> Проектирование неавтоклавного пенобетона с естественной колонизацией мхов для вертикального озеленения фасада	59
<i>Тарасова М. А., Тарасова Т. А.</i> Влияние архитектуры на уровень преступности.....	62
<i>Тарасова М. А., Тарасова Т. А.</i> Рекомендации по реформированию архитектурной среды для предотвращения преступлений.....	65
<i>Тарасова М. А., Тарасова Т. А.</i> Потенциальная опасность среды в частном секторе города Новополоцка	68
<i>Тузова Ю. В.</i> Архитектурно-конструктивные особенности памятников истории и архитектуры Витебской области на примере усадьбы Гребницких в Оболи.....	71
<i>Тузова Ю. В.</i> История усадьбы Гребницких в Оболи (Витебская область, Шумилинский район).....	75
<i>Хрищанович А. О., Иксанова Я. А.</i> Благоустройство территории внутреннего двора нового корпуса Полоцкого государственного университета	78
<i>Хрищанович А. О., Иксанова Я. А.</i> Сад на крыше пристройки «Белый остров» в городе Новополоцке.....	81

ГЕОДЕЗИЯ

<i>Кулик О. Б.</i> Навигационные системы и их роль в деятельности правоохранительных органов.....	84
<i>Кулик О. Б.</i> Исследование точности систем позиционирования мобильных устройств	87
<i>Новокрещенова Д. Н., Прокопович А. В.</i> Проблема выбора систем высот в мировой практике	90
<i>Прокопович А. В., Новокрещенова Д. Н.</i> Изменения уровней морей и океанов: причины и следствия	96
<i>Ходько И. В.</i> Основные направления применения данных дистанционного зондирования Земли для гидрологических исследований	98
<i>Ходько И. В.</i> Исследование изменений характеристик водных объектов по материалам космической съёмки	101

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Баранок А.Ю., Родевич И.Д.</i> Механика развития трещин строительных материалов	104
<i>Родевич И.Д., Баранок А.Ю.</i> Структурное моделирование цементных и бетонных композитов	107
<i>Бриль А. В.</i> Влияние отходов производства на водопоглощение мелкозернистого бетона	110
<i>Бриль А. В.</i> Применение отходов производства для увеличения прочностных характеристик Фибробетона.....	113
<i>Бриль А. В.</i> Рациональные пути применения фибробетонов.....	115
<i>Василевич Д. А., Бобкова Е. В.</i> Организация воздухораспределения текстильными воздуховодами в культовых зданиях	117
<i>Крупенчик И. В.</i> К вопросу изучения конвективных свойств теплоизоляционных материалов	120
<i>Крупенчик И. В.</i> Умная стеновая панель	125
<i>Матниязов Ш. А.</i> К вопросу изучения влияния агрессивной среды на долговечность дорожных покрытий	129
<i>Матниязов Ш. А.</i> Обзор методов мониторинга состояния структуры в дорожных покрытиях.....	131
<i>Панин И. Р., Сачивко А. С.</i> Акустические свойства строительных напольных материалов	135
<i>Парусова М. М.</i> Окатанность зёрен песчаных грунтов озёрно-ледникового происхождения	138

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

<i>Василенко А. С., Кузьмина М. С.</i> Определение остаточного ресурса бетонных конструкций методом акустической эмиссии.....	142
<i>Вишневский Д. С.</i> Изменение упругих постоянных материала в результате упругопластического деформирования.....	144
<i>Вишневский Д. С.</i> Определение поверхности упругих деформаций при упругопластическом деформировании	146
<i>Кузьмина М. С., Василенко А. С.</i> Диагностика дорожных конструкций методом неразрушающего контроля.....	148
<i>Мамаева Ю. А.</i> О плоской устойчивости положения массивных сооружений с учетом деформируемости основания	151
<i>Мамаева Ю. А.</i> О пространственной устойчивости положения массивных сооружений с учетом деформируемости основания	155

ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

<i>Богданович Н. А.</i> Использование методов моделирования при оценке надёжности балластирующих элементов.....	159
<i>Савельева В. О.</i> Анализ нормативных требований к размещению объектов хранения и распределения нефти и нефтепродуктов в черте города Витебска	161
<i>Савельева В. О.</i> Анализ опасности размещения АЗС в черте города Витебска	162