



MOSCOW STATE (NATIONAL RESEARCH)
**UNIVERSITY
OF CIVIL
ENGINEERING**



TIAME
Tashkent Institute of Irrigation and
Agricultural Mechanization Engineers



МОЛОДЁЖНЫЕ ИННОВАЦИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ СЕМИНАРА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ



CONSTRUCTION
THE FORMATION OF LIVING ENVIRONMENT

XXIII International Scientific Conference
on Advanced In Civil Engineering

ISBN 978-5-7264-2338-8

SEPTEMBER 23-26, 2020, HANOI, VIETNAM

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2020

УДК 69 (06)
ББК 38
М75

М75 **Молодёжные инновации** [Электронный ресурс] : сборник материалов семинара молодых учёных (Вьетнам, г. Ханой, 23–26 сентября 2020 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, управление научной политики. — Электрон. дан. и прогр. (8,6 Мб) – Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-2338-8

Настоящий сборник содержит доклады участников семинара молодых учёных, состоявшегося в рамках XXIII Международной научной конференции «Строительство — формирование среды жизнедеятельности», и рекомендованные программным комитетом конференции к публикации.

Основной целью проведения семинара является содействие формированию конкурентоспособного и эффективно функционирующего сектора исследований и разработок для обеспечения технологической модернизации, развития международной интеграции, опережающего развития кадрового и производственного потенциала в области архитектуры, строительства и ЖКХ; укрепление научных и деловых контактов.

Для молодых учёных строительной сферы.

Научное электронное издание

*Материалы публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных докладов несут ответственность
за достоверность приведенных в них сведений.*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2020

Подбор материала и ответственные за выпуск:
А.В. Дорошенко, И.П. Молчанова, В.С. Евстратов

Управление научной политики
Тел.: +7 (495) 287-49-14, вн. 2393; 2673
E-mail: grant@mgsu.ru, MolchanovaIP@mgsu.ru, EvstratovVS@mgsu.ru
Сайт: <http://mgsu.ru/>
http://mgsu.ru/science/Nauchniye_meropr/

Компьютерная верстка: *В.С. Евстратов*

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2010, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 26.08.2020. Объем данных 8,6 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26

Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел.: (495) 287-4914, вн. 1423, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.
E-mail: rio@mgsu.ru

Даты проведения: **23 – 26 сентября 2020 г.**
Место проведения: **Национальный строительный университет
Вьетнам, г. Ханой, 55 Giai Phong street**

Научные направления:

- Smart City
- Modern Building Materials
- Engineering Infrastructure
- Reliability of Buildings and Constructions
- Management in Construction
- New Construction Technologies

Организаторы:

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия);

Национальный строительный университет (Вьетнам),

Университет архитектуры Хошимина (Вьетнам),

Ханойский архитектурный университет (Вьетнам),

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Узбекистан).

Организационный комитет:

Сопредседатели конференции:

П.А. Акимов – д-р техн. наук, проф. академик РААСН, врио ректора НИУ МГСУ (Россия);

Pham Duy Hoa – проф., ректор Национального строительного университета (Вьетнам);

Le Van Thuong – проф., ректор архитектурного университета Хошимина (Вьетнам);

Le Quan – проф., ректор Ханойского архитектурного университета (Вьетнам);

У.П. Умурзаков – д-р экон. наук, проф., ректор Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Узбекистан).

Члены оргкомитета:

- **А.Р. Туснин** – проректор НИУ МГСУ;
- **В.В. Галишникова** – проректор НИУ МГСУ;
- **А.В. Дорошенко** – начальник Управления научной политики НИУ МГСУ;
- **Н.В. Самотесова** – начальник УКМС НИУ МГСУ;
- **К.Ю. Охотникова** – начальник отдела развития и организации международного сотрудничества УКМС НИУ МГСУ;
- **Н.В. Федорова** – ответственный за научную работу ИСА НИУ МГСУ;
- **А.Г. Соколова** – ответственный за научную работу ИФО НИУ МГСУ;
- **Е.В. Макиша** – ответственный за научную работу ИЭУИС НИУ МГСУ;
- **А.А. Фролова** – ответственный за научную работу ИИЭСМ НИУ МГСУ;
- **С.А. Сергеев** – ответственный за научную работу ИГЭС НИУ МГСУ;
- **И.П. Молчанова** – инженер сектора ОНИРС УНП НИУ МГСУ;
- **В.С. Евстратов** – ведущий инженер УНП НИУ МГСУ;
- **П.Ю. Воробьев** – председатель студенческого научного общества НИУ МГСУ.
- **Phan Quang Minh** – проректор Национального строительного университета;
- **Nguyen Hoang Giang** – директор Департамента международного сотрудничества Национального строительного университета;
- **Nguyen Tien Dung** – заместитель директора Департамента международного сотрудничества Национального строительного университета, Вьетнам;

- **Dr. Tran Hong Hai** – преподаватель кафедры строительных технологий и менеджмента Национального строительного университета
- **Doan Duong Hai** – начальник отдела экономики и управления недвижимостью Национального строительного университета;
- **Nguyen Viet Phuong** – заместитель директора Департамента науки и технологий Национального строительного университета;
- **Chung Bac Ai** – проректор университета архитектуры Хошимина;
- **Hoàng Bắc An** – декан факультета гражданского строительства Университета архитектуры Хошимина;
- **Nguyễn Thị Bích Ngọc** – начальник отдела управления наукой и технологиями Университета архитектуры Хошимина;
- **Vũ Việt Anh** – директор Международного учебного института Ханойского архитектурного университета;
- **Le Chien Thang** – директор Института международного обучения и сотрудничества Ханойского архитектурного университета;
- **Pham Thi Thu Huyen** – заместитель директора Института международного обучения и сотрудничества Ханойского архитектурного университета.
- **Б.С. Мирзаев** – д-р техн. наук, проф., проректор по учебной работе ТИИИМСХ;
- **Т.З. Султанов** – д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе и инновациям ТИИИМСХ;
- **Б.Б. Хасанов** – д-р техн. наук, проф., декан факультета гидротехнического строительства ТИИИМСХ;
- **Д.Р. Базаров** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой “Использование водной энергии и насосные станции” ТИИИМСХ;
- **Э.К. Кан** – канд. техн. наук, доц. кафедры “Использование водной энергии и насосные станции” ТИИИМСХ.

Ответственные секретари Оргкомитета:

- **А.В. Дорошенко** – ответственный секретарь Оргкомитета Конференции;
- **И.П. Молчанова** – ответственный секретарь Оргкомитета Конкурса.

XXIII Международная научная конференция «Строительство – формирование среды жизнедеятельности» проводится 23 – 26 сентября 2020 г в столице Вьетнама - городе Ханое, на базе Национального строительного университета. В этом году впервые конференция проходит в on-line формате.

Основной целью Конференции является содействие формированию конкурентоспособного и эффективно функционирующего сектора исследований и разработок для обеспечения технологической модернизации, развития международной интеграции, опережающего развития кадрового и производственного потенциала в области архитектуры, строительства и ЖКХ; укрепление научных и деловых контактов.

Для молодых ученых в возрасте до 25 лет (включительно) организован семинар по актуальным направлениям развития строительной науки, в рамках которого традиционно проводится конкурс молодёжных научно-технических и научно-исследовательских проектов «Молодежные инновации». Лауреаты Конкурса награждаются Дипломами I, II и III степени, а также памятными призами.

Тематические направления семинара:

- Smart city (Умный город),
- Modern building materials (Современные строительные материалы),
- Engineering infrastructure (Инженерная инфраструктура),
- Reliability of buildings and constructions (Надежность сооружений и конструкций),
- Management in construction (Менеджмент в строительстве),
- New construction technologies (Новые строительные технологии).

С каждым годом конференция привлекает все большее количество творческой талантливой молодёжи всего мира. Участниками конференции в разные годы становились молодые ученые из Армении, Белоруссии, Болгарии, Германии, Испании, Италии, Казахстана, Киргизии, Китая, Латвии, Литвы, Молдовы, Польши, США, Турции, Узбекистана, Украины, Франции, Швеции, Эстонии и др.

Проведение такой крупномасштабной конференции, какой является «Строительство – формирование среды жизнедеятельности» позволяет активно формировать новое представление о строительстве не только в традиционных рамках отрасли, но с более широкой областью профессиональной ответственности, не ограниченной этапом стройки, а с полным циклом планирования, проектирования, создания, эксплуатации и использования строительных систем – качественной, безопасной и эффективной среды и инфраструктуры жизни и деятельности человека.

Для участников молодёжного семинара участие в столь престижном мероприятии является прекрасной стартовой площадкой для начала профессиональной карьеры, реализации своих творческих замыслов и научных достижений.

Содержание

Секция 1. SMART CITY	11
М.М. Артамонов, В.Е. Мартинкайте, А.Л. Суздалева «СИМБИОЗ» МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ.....	11
Н.В. Ветошкин, Ф.К. Клашанов ОБНАРУЖЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ СИСТЕМ УМНОГО ДОМА ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТИ ОБЪЕКТНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ.....	17
В.А. Зайцева, А.В. Алексанин ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТА ПРИ НОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ.....	25
Е.М. Маслов, С.И. Нечушкин, П.Ю. Воробьев ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДАННЫХ О NDVI И О ТЕМПЕРАТУРЕ В ГОРОДЕ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД	29
И.М. Савин, С.А. Синенко ЦИФРОВИЗАЦИЯ УСЛУГ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА	35
М.С. Шабалин, Ю.Р. Баширова, Е.В. Игнатова АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ .	40
Секция 2. MODERN BUILDING MATERIALS	45
Д.С. Голотенко, Нгуен Дык Винь Куанг, О.В. Александрова ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА	45
И.В. Комолева, О.А. Ларсен СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ОТХОДОВ СНОСА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ПЕРЕРАБОТАННОГО БЕТОНА.....	49
И.О. Рябчикова, М.С. Тремаскина, А.П. Гулак, Н.Н. Фомина ТОНКОСЛОЙНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ: АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ	55
Н.А. Черняк, Е.Н. Покровская СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ.....	60
Е.А. Щевелева, С.Е. Алексева ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТУБОВ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ ОЗЕР	63

Секция 3. ENGINEERING INFRASTRUCTURE	68
В.П. Горбачевский	
ОБРАЩЕНИЕ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА	68
A.G. Gulkanov, V.Yu.Kravchuk	
DETERMINING THE RANGE OF THE EDGE EFFECT AT THE BOUNDARY OF A SOLID AND POROUS MEDIUM.....	74
S.I. Didenko, S.M. Usikov	
THE ACTUALIZATION OF RADIATION FACTOR FOR KINETIC SUN SHADING DEVICES.....	79
М.С. Кирюшина, А.Г. Первов	
ПРИМЕНЕНИЕ В МЕМБРАННЫХ БИОРЕАКТОРАХ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫХ АППАРАТОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ 0,15-0,2 МПА.....	85
А. Курсеитов	
СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО СЕЧЕНИЯ КАНАЛА ...	90
С.К. Хлебников, А.Л. Суздалева	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ (ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ВОКЗАЛ Г. ТВЕРЬ).....	96
Секция 4. RELIABILITY OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS	104
А.З. Абидов, А.А. Яндиев, Ю.А. Шапошникова	
АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕЧЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ.....	104
M.D. Antonov	
THE DETERMINATION OF THE INCLINATION ANGLE OF CRACKS IN COMPOSITE- STRENGTHENED BEAMS WITH DISTRIBUTED LOAD	110
А.Н. Бородина, Ф.Б. Киселёв	
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЯГКОГО УДАРА ПО СТАРТОВОМУ РАКЕТНОМУ СТОЛУ.....	115
Д.А. Денисова, А.А. Гончаров	
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНА ОБЪЕКТА НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ	119
А.В. Дояр, М.В. Медяник	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	123
О.О. Коновалова, А.Г. Тамразян	
К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ, ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ.....	127

Ю.А. Курбатова, А.П. Парфененко	
АНАЛИЗ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ	133
А.А. Lokteva, V.A. Dubovenko, A.K. Klochko	
OPTIMIZATION OF EXISTING GAS DISTRIBUTION NETWORKS USING "ABSOLUTELY" RELIABLE CAMERAS	138
А.В. Максакова	
ИССЛЕДОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ТЕМУ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ЕГО ИЗМЕНЕНИЮ	144
Nguyễn Thị Trang, Phan Đình Quốc	
BIẾN DẠNG TÍNH ĐỘNG CỦA BÊ TÔNG VỚI SỰ GIA CƯỜNG CỐT THÉP GIÁN TIẾP	148
П.С. Трунгов, В.И. Римшин	
УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЫТИЙ СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ	153
Д.А. Шабеева, Г.М. Бажин	
ВЛИЯНИЕ УСУШКИ ДРЕВЕСИНЫ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ.....	158
Секция 5. MANAGEMENT IN CONSTRUCTION	162
Д.А. Антонов	
МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ УКРУПНЁННОЙ ЦЕНЫ РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	162
В.Ж. Gulmirzaev	
SALARY AS A FACTOR OF LABOR MOTIVATION	170
Е.А Куркина, А.В. Алексанин	
РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ GREEN BUILDING INFORMATION MODELING В СТРОИТЕЛЬСТВЕ..	176
S.S. Saakyan, E.Yu. Vasilyeva	
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SYNDICATED LENDING AS THE PROJECT FINANCE TOOL IN RUSSIA.....	181
Д.А. Сурнов	
РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В АВТОДОРОЖНОЙ СФЕРЕ....	188
Turayev Boburshoh Shuxratjono'g'li, Po'latxonova Saidaxon Alisherxonqizi	
ANALYSIS OF BUSINESS ACTIVITY OF THE CONSTRUCTION ORGANIZATION.....	192
Kamoliddin Akmal ogli Uktamov	
RISK MANAGEMENT OF CONSTRUCTION	198

А.Р. Фейсханова, М.С. Пантелеева	
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	205
Е.А. Фиров, Н.Я. Андреев, Ю.В. Посвятенко	
ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ РОССИИ	212
Секция 6. NEW CONSTRUCTION TECHNOLOGIES.....	219
R. Avetisyan, T. Bidov	
MODELING AND OPTIMIZATION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN MODULAR CONSTRUCTION	219
E. Bilonda Tregubova, I.L. Abramov	
DEVELOPMENT OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION	224
Ю.В. Гайдышева, Е.А. Король	
АНАЛИЗ РАСХОДА УСЛОВНОГО ТОПЛИВА ПРИ ДЕМОНТАЖЕ ПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ.....	229
В.С. Евстратов	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	233
А.С. Зудова	
АНАЛИЗ ОБСЛЕДОВАНИЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОКОТОЧНЫМИ ПРИБОРАМИ	238
А.У. Krukovets, I.G. Kantarzhi	
WATER EXCHANGE RESEARCH FOR SEMI-ENCLOSED PORT AREAS	243
С.В. Сабенина	
ПРИМЕНЕНИЕ BIM – ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ	253
А.А. Шурушкин, А.В. Алексанин	
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ И РЕМОНТЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ	259

Секция 1. SMART CITY.

«СИМБИОЗ» МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

М.М. Артамонов¹, В.Е. Мартинкайте², А.Л. Суздалева³

¹ студент, mark.artamonov@mail.ru

² студентка martinkayte_vesta@mail.ru

³ научный консультант, проф., д-р биол. наук, проф., SuzdalevaAL@yandex.ru

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д.26

Аннотация

Технический прогресс и рост населения негативно влияют на состояние окружающей среды. Большую опасность представляет загрязнение атмосферного воздуха мегаполисов. Классический способ благоустройства крупных городов – это создание парков, аллей и садов. Но со временем такое решение становится все менее актуальным из-за роста цен на землю и необходимости возведения новых культурно-бытовых и промышленных объектов. Возникают противоречия между экологическими потребностями людей и технико-экономическими развитием. Одним из решений таких противоречий является «симбиоз» многоэтажных зданий и зеленых насаждений, то есть создание управляемых природно-технических систем «здание - зеленые насаждения». Во всем мире разрабатываются и внедряются проекты вертикального озеленения зданий, озеленения крыш и зеленой реновации старых строений. В России из-за сложных природно-климатических условий это направление зеленого строительства только начинает развиваться. Анализ проектных решений по созданию управляемых природно-технических систем «здание - зеленые насаждения» позволяет найти способы их применения в нашей отечественной архитектуре. «Симбиоз» многоэтажных зданий и зеленых насаждений не только обеспечит экологическое «здоровье» мегаполиса, но и станет компромиссным решением между обеспечением экологически благоприятных условий и технико-экономическими требованиями.

Ключевые слова: «симбиоз», многоэтажные здания, зеленые насаждения, отечественная архитектура, природно-технические системы.

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс уже не остановить: с каждым годом рождается всё больше новых инженерно-технических решений и технологий. Население растет в геометрической прогрессии: люди переезжают в крупные города, увеличивается рождаемость. Растет спрос на электроэнергию и транспорт. В совокупности, все это создает колоссальные объемы вредных выбросов в атмосферу. На сегодняшний день загрязнение атмосферы является одной из главных экологических проблем на Земле. Это не только вредит нашей планете, но и влияет на здоровье всех живых организмов, обитающих на ней. Идея озеленения городов вовсе не нова. Прежде она реализовалась классическим способом. Создавались парки, скверы и аллеи. Но в силу дефицита свободной земли в городах и ее цены, прежние

решения с каждым годом всё труднее для осуществления, что и привело к разработке инновационных решений – созданию управляемых природно-технических систем «здание - зеленые насаждения». «Симбиоз» многоэтажных зданий и зеленых насаждений – это отличный вариант, как с коммерческой точки зрения, так и с экологической.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Природно-техническая система – это совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, условия существования которых взаимозависимы и взаимообусловлены[1]. Существуют два способа образования природно-технической системы: в первом случае человек преобразует окружающую среду для удобства и возможности своего существования, создавая техногенные объекты; во втором - в уже созданных человеком техногенных объектах появляются живые организмы (рис. 1).

«Симбиоз» многоэтажных зданий и зеленых насаждений – это природно-техническая система (ПТС), которая образуется по формуле: «техногенный объект (многоэтажное сооружение)» + «живые организмы (зеленые насаждения)» = управляемая ПТС «зеленые здания». Однако природно-техническая система может быть неуправляемой и приводить к деградации окружающей среды. Например, заброшенное строение заросшее растительностью. Нашей же целью является создание управляемых природно-технических систем с условиями, благоприятными для жизни человека.

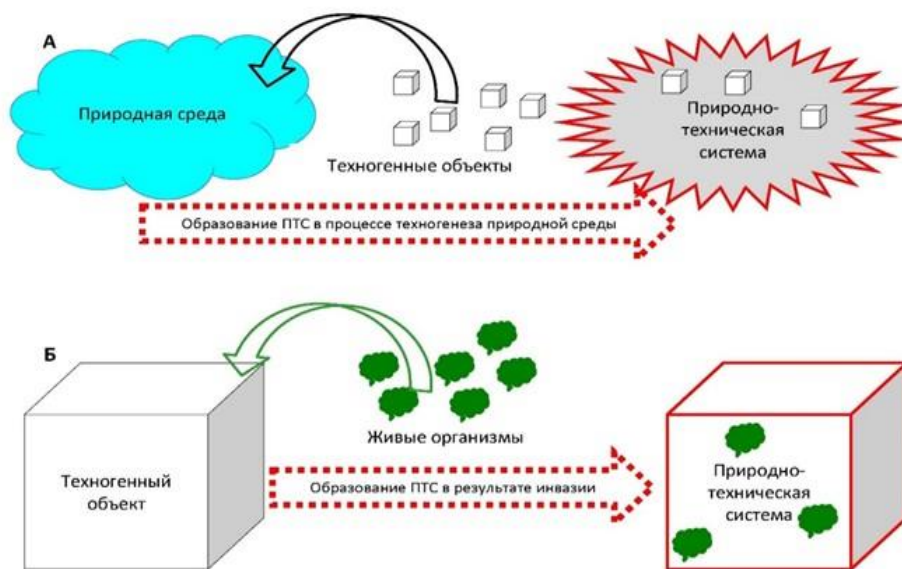


Рис. 1. Образование природно-технической системы (www.ntsyst.ru)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Управляемая природно-техническая система «зеленые здания» решает следующие задачи: 1) поддерживают в мегаполисе чистоту воздуха в атмосфере, занимая уже застроенную территорию; 2) обеспечивают благоприятные социальные условия, снимая озабоченность людей, именуемую «экологический страх»; 3) повышают экологический имидж города, делая мегаполис инвестиционно привлекательным.

ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ЛЕС»

Милан в рейтинге европейских городов по степени загрязнения атмосферы занимает первое место. Так как весь город уже застроен жилыми и промышленными зданиями, то места для традиционного озеленения нет. Поэтому решением данной проблемы стало возведение жилого комплекса Вертикальный лес (BoscoVerticale) в районе современных высотных зданий (рис. 2). На балконах жилого комплекса BoscoVerticale, состоящего из двух башен высотой 110 и 76 метров, свободно растут деревья и кустарники, которые меняют свой внешний вид в зависимости от времени года. Площадь зелёных насаждений на небоскребах составляет 40 м². С помощью деревьев получается создать в зданиях уникальный микроклимат, защитить помещения от пыли, контролировать влажность и обеспеченность кислородом. Так как деревья меняют свой внешний вид в зависимости от времени года, то летом они защищают помещения от солнечного света, а зимой, наоборот, пропускают достаточное количество света в квартиры. Этот проект украшают больше тысячи видов растений. Зелёные насаждения растут в специальных кадках, которые закреплены тросами. Все деревья и кустарники прошли тестирование в аэродинамической трубе и устойчивы к сильным порывам ветра. Также предусмотрена освещенность растений, угол их роста и совместимость саженцев друг с другом. Для полива растений создана специальная оросительная система, вода которой уже использовалась жителями квартир и прошла фильтрацию. Стоимость растений и их обслуживание увеличивают затраты на строительство всего лишь на 5%, что позволяет считать, что это не только отличное решение для борьбы с загрязнением воздуха, но и хороший коммерческий вариант. Башни BoscoVerticale признаны лучшими небоскребами 2014 года и получили премию International Highrise Award. Было отмечено, что комплекс Вертикальный лес является выражением потребности человека в контакте с природой. Это новаторская идея для городов завтрашнего дня, представляющая модель для развития городских районов, которую нужно применить во всех странах [2].



Рис. 2. Жилой комплекс Вертикальный лес (BoscoVerticale) в Милане

В Сингапуре управляемой природно-технической системой «зеленое здание» является отель OasiaHotel Downtown (рис.3). Архитектурной студии, работавшей над проектом 190-метрового отеля, удалось интегрировать 21 вид лиан и винограда в красную алюминиевую оболочку отеля. На фасаде и открытых террасах отеля размещены еще 33 вида растений, которые привлекают птиц. Обтекаемая форма объекта не нарушает аэродинамику города, а территория вокруг здания представляет собой парковую зону, доступную для гостей и всех жителей. В отеле расположены четыре террасы под открытым небом, включающие бассейн и сады. Открытая структура Oasia Hotel Downtown способствует прекрасной вентиляции здания, благодаря чему большинство зон отдыха не нуждаются в дополнительном

кондиционировании [3]. А это тоже немаловажно, так как позволяет экономить на электроэнергии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

«Симбиоз» архитектуры и природы — это новейшее направление в строительстве, где зеленые насаждения становятся не только украшением, но и функциональной частью. Для реализации этой идеи каждое здание проектируют с акцентом на озеленение, чтобы разместить в нем как можно больше растений, избавить горожан от потребности в невозобновляемых источниках энергии и уменьшить выбросы углекислого газа в атмосферу [4-6].

Сочетание стекла и зелени. В век использования стекла в архитектуре зданий, где активно применяются стеклянные купола, витражи и стены, возможно сочетание стекла и зелени. Использование светопрозрачных конструкций позволяет проникновению естественного освещения, который так необходим растениям (рис. 4). При покрытии крыши светопрозрачным куполом из закалённого стекла можно использовать альтернативные виды энергии (мини-ветровую, солнечную, геотермальную). Возможно также использование технологии с хорошим потенциалом энергосбережения, например «Freechilling», или кондиционирование за счет холодного воздуха извне, основанного на передаче тепла через воду. Рассматриваемые решения возможны для применения в течение года в общественных зданиях с минимальными затратами и экономией энергии от 20 до 60 %.



Рис. 3. Oasia Hotel Downtown
(www.oasiahotels.com)



Рис. 4. Аэропорт Jewel Changi в Сингапуре
(www.internationalairportreview.com)

Помимо этого, производство холода может быть организовано с помощью термических солнечных панелей на крыше, которые подключаются к адсорбционным машинам. Данная схема называется системой солнечного кондиционирования. Применение биогазовых котлов (на органических отходах), тепловых насосов CO₂ или когенерационных установок также является альтернативами традиционной выработки тепловой энергии. Помимо производства энергии, немаловажная задача — создание и соблюдение технологий ее хранения (аккумуляторы, водородные накопители и др.). Под куполом создаётся микроклимат и зелёные насаждения можно выращивать в любое время года. Здесь могут быть растения с разными сроками цветения, либо вечнозелёные хвойные породы. Стеклянный купол может покрывать всю крышу или её часть, возможно создание выступающих массивных частей фасада с расположением в них зелёных пространств. Создание такого купола даёт

возможность устройства прогулочных зон на крышах и зелёных садов. Возможно использование внутреннего водостока с крыш для капельного полива зелёных насаждений.

Создание прогулочных зон и зелёных садов на крыше без покрытия стеклянной конструкцией. Такой новаторский подход применим для сильнозагрязнённых мегаполисов (рис. 5). Так, в городе Челябинске такая идея становится уже реальностью. Выпускаются новые ГОСТы и стандарты. Разработанные стандарты «зеленого строительства» позволяют минимизировать ущерб окружающей среде, обеспечить экологическую безопасность для тех, кто будет жить в новых домах, сохранить и сберечь ресурсы, которые тратятся на эксплуатацию объекта.

Озеленение существующих многоэтажных зданий. Зелёная реновация старых строений, их кровель, балконов. Безрамное остекление подходит многим дизайнерским решениям, позволяя увеличить площадь лоджии или балкона, и сделать ограждение полностью прозрачным. Это решение позволяет при реновации старых зданий осуществлять их озеленение. Для увеличения площади, возможно выполнение выноса по всей длине остекления от основания. Для узкого балкона это решение немаловажно, так как повышает уровень комфорта. Возможно создание птичьих «приютов» с навешиванием сеток для птиц.

Растения под блоками зданий. В высотных зданиях возможно использование роста растений под блоками зданий (рис. 6). При этом часть этажа дома может стоять на колоннах. Опоры занимают меньше места, благодаря чему деревья и кусты свободно растут под блоками здания. Возможна рассадка деревьев на открытых лоджиях и балконах.



Рис. 5. Прогулочные зоны на крышах Лондона (www.trasyy.livejournal.com)

Висячие сады с созданием двойного вентилируемого фасада. С помощью таких архитектурных решений энергетические затраты здания могут быть сокращены и дополнены альтернативными экологичными способами выработки энергии (рис. 7). Хранение тепловой энергии позволяет уменьшить ее стоимость.



Рис. 6. Растения в блоках здания
(www.elima.ru)

Рис. 7. Способ расположения висячих садов
(www.tectonica.archi)

ВЫВОДЫ

«Симбиоз» многоэтажных зданий и зеленых насаждений-это отличный компромисс для решения конфликта интересов между экономикой и экологией. Надеемся, что с течением времени список примеров инновационных решений, как Bosco Verticale в Милане и Oasia Hotel в Сингапуре будет продолжать активно расти, а российские власти будут решаться внедрять идею управляемых природно-технических систем в нашу архитектуру всеми возможными актуальными способами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суздалева А.Л. Создание управляемых природно-технических систем. М.: ИД Энергия, 2016. 160 с.
2. Coffman R. Elevating Nature: Milan`s BoscoVerticale //Biophilic cities.2018.
3. MunSumm Wong, Hassell R., Hong Wei Phua. Oasia Hotel Downtown, Singapore: A Tall Prototype for the Tropics // СТВУН Journal 2018. 2018. I. 3
4. Ильина О.В., Хван О.П., Пустовалов С.А. Объединение инноваций в технологиях и искусстве – создание «живого» здания // Инженерный вестник Дона, 2017, №3.
5. Пименова Е.В., Демидова Л.М. Динамическая архитектура: трансформация фасадов общественных зданий // Инженерный вестник Дона. 2017. №1.
6. Булдакова Е.А. Современные приемы организации зеленых зон в уплотненной застройке города //Довременные научные исследования и инновации. 2012. № 5.

ОБНАРУЖЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ СИСТЕМ УМНОГО ДОМА ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТИ ОБЪЕКТНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ

Н.В. Ветошкин¹, Ф.К. Клашанов²

¹студент, nikita@vetoshkin.info

²научный руководитель, доц., канд. техн. наук, доц.

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», 129337, Москва, Ярославское шоссе, д.26

Аннотация

Предмет исследования: Данное исследование посвящено изучению возможности применения нейросети объектного детектирования Faster R-CNN в отрасли производства микроэлектронных плат систем умного дома. Существующее программное обеспечение и программно-аппаратные комплексы требуют больших затрат ресурсов: начиная с трудовых и заканчивая финансовыми; авторы исследования предлагают рассмотреть систему детектирования на основе компьютерного зрения с возможностью машинного обучения, которое позволит сократить количество бракованных изделий, а значит эффективно использовать все виды ресурсов предприятий: уменьшить затраты труда при проведении операций контроля печатных плат, минимизировать количество закупаемых дорогостоящих станций автоматизированного оптического контроля, встраиваемых в производственную линию.

Цели: Основной целью исследования является разработка концепции развития и прототипа систем объектного детектирования в сфере обнаружения дефектов микроэлектронных изделий в поточном производстве.

Материалы и методы: При проведении исследования использовался Dataset, предоставленный Weibo Huang, Peng Wei, необходимый для обучения нейросети. Нейросеть-детектор- Faster R-CNN.

Результаты: В ходе исследования получен прототип программного обеспечения, который принимает входной поток данных, представляющий из себя фотографию или видео, содержащее представление печатной платы. По завершению обработки пользователю предоставляется изображение с нарисованными границами, в рамках которых имеется дефект и указывается его наименование.

Выводы: По проведению исследования авторами делается вывод о перспективах применения и потенциального масштабирования разрабатываемого программного обеспечения в рамках сферы производства микроэлектронных плат для «умного» дома.

ВВЕДЕНИЕ

Первые промышленные системы машинного зрения в сфере производства микроэлектроники появились в начале 80-х годов XX века. С того времени, алгоритмы кардинально не изменялись в своем качественном показателе. Системы машинного зрения представляют из себя множество датчиков, которые формируют некоторый набор данных о рассматриваемом объекте (производимом изделии). Такие системы могут записывать в backlog продукта параметры, которые являются предметом четкой логики. В связи с этим, объем информации, который невозможно получить обычным линейным алгоритмом, до

настоящего времени не учитывался. Также машинное зрение для использования на промышленных предприятиях, как правило, разрабатывается для решения конкретной задачи – ограниченного объема номенклатурно-справочной информации (НСИ), то есть под ограниченный заранее известный производственный ряд изделий. В связи с этим, развитие универсальных решений в области машинного зрения для промышленных предприятий ограничено. При этом стоит отметить, что каждое предприятие несёт существенные затраты на разработку таких алгоритмов и закупку оборудования.[1]

Сегодняшняя ситуация такова, что производство микроэлектронных плат систем «умного» дома в России обременено тремя основными проблемами:

1. Отсутствие достаточной производственной мощности существующих предприятий;
2. Дорогая себестоимость российского локального производства по сравнению с рынком КНР;
3. Отсутствие квалифицированных кадров в отрасли для работы на конкретном типе оборудования.

Важно отметить, что решение первой и третьей проблем во многом зависит от решения второй – если экономически будет выгодно производить микроэлектронную базу на территории страны, тогда найдутся (будут обучены) и необходимые кадры, и производственные базы будут расти.

Более того, сокращение себестоимости производимой продукции позволит осуществить потенциальный рост продаж систем «умного» дома населению[4], а в дальнейшем, с развитием сетей пятого поколения (5G) можно будет говорить о реализации концепции «умного» города/региона.[5]

Авторы видят немаловажным аспектом в развитии направления возможность стимулирования разработчиков радиоэлектронной аппаратуры, которую они предлагают обеспечить за счет снижения издержек предпринимателей, автоматизации конкретных производственных процессов, например, проведение визуального контроля.

Визуальный контроль на предприятиях производства микроэлектроники называют проверкой автоматизированной оптической инспекцией (далее АОИ). Авторы находят одной из задач своего исследования формирование прототипа комплексного решения, который сможет автоматизировать данный этап производства при помощи программного обеспечения - нейросети объектного детектирования.[7]

АОИ на существующих предприятиях проводится при больших объемах заказанной партии, что обусловлено долгим сроком написания программы для АОИ программистом-технологом. Кроме того, специалист, работающий с конкретной маркой АОИ, должен пройти обучающие курсы по работе с оборудованием, что существенно увеличивает финансовые издержки предприятия.[1]

Ключевыми этапами алгоритма работы АОИ можно отметить:

1. Изготовление идеального образца микроплаты, который проверяется вручную. При этом АОИ будет считать эту плату эталонной.
2. Перенос эталонного образца в АОИ, где происходит его фотографирование с различных ракурсов.
3. Формирование программистом на основе фотографий разных ракурсов эталонной платы основных (реперных) точек – показателей параметров для ПО, которые однозначно описывают границы изделия и виды его компонентов.
4. Внесение «входных» эталонных данных об установленных параметрах.
5. Проведение анализа других выпускаемых образцов продукции по предопределенным параметрам эталонной платы, выявление брака.

Исходя из этапности работы АОИ, можно описать процесс написания непосредственно программного обеспечения для осуществления процедуры визуального контроля, который состоит из следующих этапов:

1. Формирование пула ключевых параметров для последующего сравнения с эталонным образцом изделия;
2. Формирование референтных значений каждого параметра;
3. Формирование методологии проведения процесса фиксации внешнего вида очередного изделия (фотографирования);
4. Создание непосредственного ПО по сравнению фотографий очередного образца с эталоном изделия (машинное обучение).

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

По состоянию на начало 2020 года в России не существует исследований, которые посвящены применению нейросетей объектного детектирования для производств микроэлектронных плат. Данная тема обладает научной новизной, так как применение разрабатываемой технологии позволит существенно изменить на предприятиях отрасли процесс визуального контроля. Текущие зарубежные исследования опираются в основном на составные части разрабатываемого продукта, такие как Dataset или же требования к обучению нейросети.

В данной работе использовался Dataset, который был предоставлен учеными из КНР Weibo Huang, Peng Wei и описан в соответствующей статье.[3] В ней подробно разбирается процесс сбора, формирования потенциальных данных и критерии важности определенных видов дефектов шелкографии отрасли микроэлектронных плат.

В статье [1] подробным образом описан процесс проведения оптического контроля микроэлектронных плат.

В рамках исследования [2] сформулированы основные требования к нейросетям объектного детектирования с целью обнаружения дефектов печатных плат.

Большинство исследований в этой области проходят в КНР, но развитие общей концепции визуального контроля в существующих статьях китайских исследователей никак не отражено.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использование машинного обучения компьютерного зрения при производстве микроэлектроники дает возможность проведения контроля, классификации получаемых дефектов на каждом этапе изготовления продукции. Такая система не требует постоянного присутствия сотрудника, ответственного за визуальный контроль. Предлагаемая технология имеет потенциал масштабируемости на мировом уровне, универсальности (использование с любой продукцией), низкую себестоимость внедрения и последующей эксплуатации потребителем, простоту работы сотрудника с ПО (не требуется длительное дорогостоящее обучение).

Процесс обнаружения дефектов печатных плат можно разделить на три основных этапа [2]:

1. Обнаружение дефектов шелкографии;
2. Обнаружение дефектов компонентов, установленных на плату;
3. Обнаружение дефектов установки компонентов на плату.

На текущий момент, авторы в данной работе попробовали разработать прототип для обнаружения дефектов только шелкографии.

Алгоритм создания прототипа авторы исследования разделили на следующие этапы работы:

1. Проведение сравнительного анализа библиотек языка программирования python и методов компьютерного зрения;
2. Выбор нейросети-детектора и поиск существующих наборов данных для обучения модели;
3. Формирование и структурирование базы данных;
4. Написание методов для обучения модели;
5. Проведение обучения модели на серверах (облачные сервисы);
6. Проверка достоверности обученной модели и дальнейшее изменение весов нейросети;
7. Окончательная проверка модели на изображениях, которые не являются объектом существующей базы данных.

При создании прототипа используются следующие научные методы: системный анализ, научное сравнение, тестирование и математическое моделирование.

В настоящее время существующие системы компьютерного зрения извлекают не только графическую информацию, но и некоторые качественные и количественные характеристики исследуемых объектов. Так исследователи направления акцентируют свое внимание на следующих задачах: идентификация объектов, распознавание текста, обнаружение объектов, восстановление 3D формы по 2D изображениям, проведение оценки движения, восстановление изображений, восстановление сцены (ситуации), выделение классифицированных структур на изображениях, проведение анализа оптического потока, распознавание различных объектов по заданным заранее параметрам.[6]

Для создания прототипа программного модуля обнаружения шелкографии печатных плат была выбрана свёрточная нейросеть Faster R-CNN. Именно ее авторы исследования планируют обучать до достижения необходимых результатов точности.

Модель Faster R-CNN обладает следующей структурой: 1. Модуль глубокой свёрточной сети, которая предлагает потенциальные регионы обнаружения конкретного объекта на изображении. 2. Быстрый объектный детектор Faster R-CNN, который используется для определения наличия элемента в регионе изображения [1].

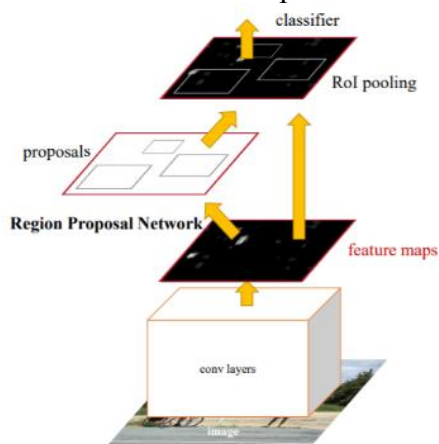


Рис. 1. Структура нейронной сети Faster R-CNN

Для настоящего исследования характерны задачи как обнаружение объекта исследования (дефекта микроселектронной платы), так и его последующая идентификация и классификация.

Для обучения модели использовался уже готовый Dataset состоящий из 10000 изображений печатных плат, разработанный учеными из КНР Weibo Huang, Peng Wei. В целях разработки прототипа были взяты 693 фотографии с различными дефектами.[3]

Параметры изображений (фотографий) в Dataset:

- разрешение исходных фотографий составляет 4608×3456 пикселей.
- на каждом изображении присутствует до 6 типов дефектов.
- каждое изображение в наборе данных имеет от 3 до 5 дефектов одинаковой категории в различных местах печатной платы.
- предоставляется ограниченный контур и координатная информация для любого дефекта в каждом изображении, что необходимо для обучения модели.

В рамках исследования и существующего набора данных было установлено, что ключевыми дефектами шелкографии являются: (см.рис.2)[3]:

1. отверстие без шелкографии,
2. дефект “укус мыши” (выемка внутрь на дорожке шелкографии),
3. разомкнутая цепь,
4. лишняя перемычка,
5. внешняя выемка на дорожке шелкографии,
6. лишняя дорожка и/или элемент шелкографии



Рис. 2. Виды обнаруживаемых дефектов

Авторы для работы с потоком изображений (фотографий) применяли следующие методы работы:

- Счетчик пикселей - необходим для понимания размеров изображения, системы координат печатной платы, дальнейших алгоритмов постобработки
- Бинаризация - преобразует изображение в серых тонах в бинарное (белые и черные пиксели). Значения каждого пикселя условно кодируются, как «0» и «1». Значение «0» условно называют задним планом или фоном а «1» — передним планом. Часто при хранении цифровых бинарных изображений применяется битовая карта, где используют один бит информации для представления одного пикселя.
- Обнаружение краев - понимание наличия края платы.

База знаний, созданная Weibo Huang, Peng Wei выглядит следующим образом:

Набор данных состоит из четырех основных частей, которые расположены в четырех разных папках. В папке Images хранятся папки с наименованием типа дефекта, в которых в свою очередь находятся фотографии, соответствующие типу дефекта.

Информация о рамках дефекта хранится в XML-файле, который сохраняется в папке Annotations. PCB_USED содержит примеры изображений, которые мы использовали в наборе данных. Кроме того, в папке rotation есть изображения печатных плат с ориентацией и углами поворота.[3] Структура набора данных показана на рисунке 3.

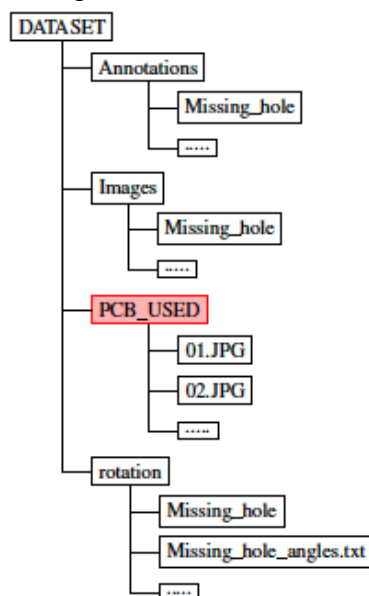


Рис. 3. Структура базы знаний

Для того, чтобы облегчить использование набора данных, был написан API для легкого доступа к координатам контуров с дефектами написанном на языке высокого уровня Python.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате работы над исследованием, был получен прототип первого этапа согласно сформированной концепции развития. Данный модуль автоматизирует контроль качества шелкографии печатных плат.

С целью подтверждения работоспособности модуля, было проведено тестирование с десятью фотографиями печатных плат систем умного дома, которые обладают дефектами. По итогам тестирования, нейросеть обеспечила 95 % точность определения дефектов по отношению к их общему количеству.

На рисунке 4 изображена печатная плата системы умного дома, в которой присутствует дефект лишней перемычки. В соответствии с результатами обработки входных данных, обученной нейросетью были обнаружены все детектируемые элементы, согласно системе классификации дефектов, представленной на рисунке 2. В выходной информации содержатся: визуальные границы дефекта, наименование дефекта, показатель точности обнаружения.

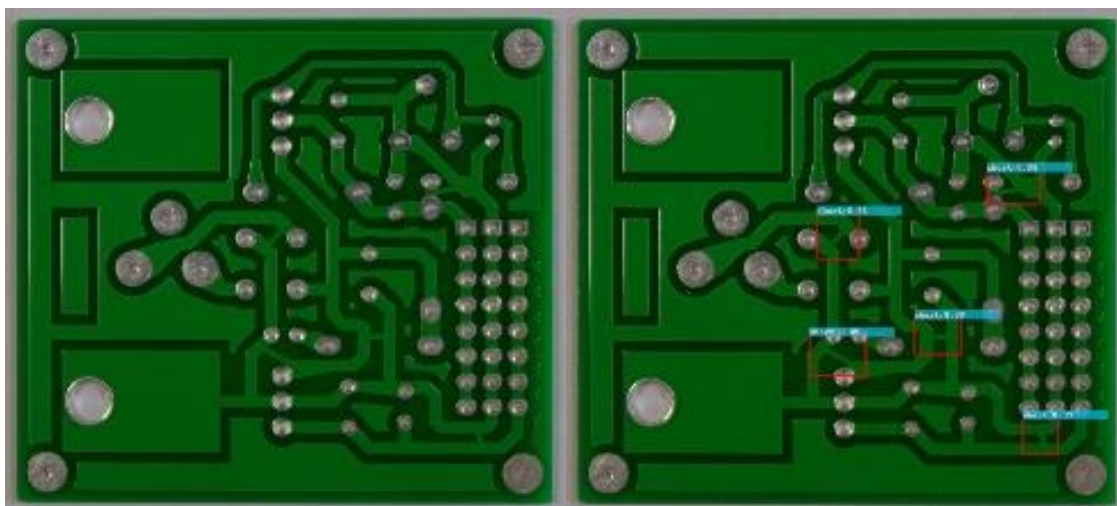


Рис. 4. Пример входной (рисунок слева) и выходной информации (рисунок справа) относительно работы модуля

В рамках работы так же был разработан WEB-модуль, в котором после загрузки изображения с печатной платой происходит обработка нейросетью на сервере, по итогам пользователю выдаётся изображение с дефектами. (см.рис.5)

Загрузка изображения

Обзор... Файлы не выбраны. Загрузить
Файл с именем csef8afa033467fbc42a2c7b736bd06f успешно загружен

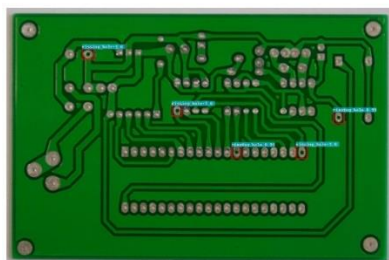


Рис. 5. Интерфейс работы WEB-модуля

ВЫВОДЫ

Формирование унифицированных подходов применения нейросети объектного детектирования Faster R-CNN в отрасли производства микроэлектронных плат возможно и имеет широкие перспективы для развития.

Авторами в рамках исследования был разработан прототип программного обеспечения, выявляющего дефекты в области шелкографии микроэлектронных плат: отверстие без шелкографии, дефект “укус мыши” (выемка внутрь на дорожке шелкографии), разомкнутая цепь, лишняя перемычка, внешняя выемка на дорожке шелкографии, лишняя дорожка и/или элемент шелкографии

Тестирование предлагаемого прототипа на открытых данных позволяет говорить о том, что процесс машинного обучения для заданных в исследовании целей достижим в достаточно сжатые сроки, при этом эффективность использования алгоритма позволяет выявлять до 100% дефектов шелкографии.

С точки зрения дальнейшей разработки, необходимо обучить нейросеть на полной выборке данных, что значительно увеличит точность детектируемых объектов и исключит возможность появления артефактного обнаружения. В результате внедрения программно-аппаратного комплекса предприятия производства систем умного дома сократят свои расходы на следующие категории:

1. Временные ресурсы. Теперь проверку качества можно будет осуществлять на всех этапах производства.
2. Финансовые ресурсы. Нет необходимости закупать дорогостоящие станции автоматизированного оптического контроля (станции АОИ).

Производства систем умного дома в РФ смогут существенно увеличить производственную мощность, уменьшить издержки на проведение контроля печатных плат, как следствие, появление возможности конкуренции с рынком микроэлектроники КНР.

Стоит отметить, что хотя и дефекты шелкографии алгоритм достаточно успешно находит, однако этого в настоящий момент недостаточно для внедрения в опытно-промышленную эксплуатацию разработанного в рамках исследования прототипа. Авторы продолжают развитие направления, развивая (обучая) прототип обнаружению дефектов компонентов, установленных на плату и дефектов непосредственной установки этих компонентов на плату, что позволит применить результаты исследования непосредственно на производственном объекте, посчитав при этом экономическую эффективность разрабатываемой технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Chaudhary V., Ishan R. Dave, and Kishor P.* Upla. Automatic visual inspection of printed circuit board for defect detection and classification. Proceedings of the 2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking, WiSPNET 2017, 2018-Janua:732–737, 2018;
2. *Heriansyah R., Abdul Rahman S.* Al-attas, and M. Munim Ahmad Zabidi. Neural Network Paradigm for Classification of Defects on PCB. Jurnal Teknologi, 39(1):87–103, 2003;
3. *Weibo Huang, Peng Wei.* A PCB Dataset for Defects Detection and Classification. JOURNAL OF LATEX CLASS FILES, VOL. 14, NO. 8:124-131, 2018;
4. *Volkov A* Intelligence of buildings: formula Industrial and Civil Engineering 3 p 54, 2012
5. *Garyaeva V, Garyaev N* 2014 Integrated assessment of the technical condition of the housing projects on the basis of computer technology Computing in Civil and Building Engineering, Proceedings International Conference p 1336,
6. *Шапиро Л., Стокман Дж.* Компьютерное зрение. Пер. с англ. М.: Лаборатория знаний, 2006, 752 стр.
7. *Писаревский А.Н., Чернявский А.Ф., Афанасьев Г.К. и др.* Системы технического зрения (принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение).Л.: Машиностроение. Ленингр.отд-ние, 1988.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТА ПРИ НОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ

В.А. Зайцева¹, А.В. Алексанин²

¹студентка, *lersan1998@mail.ru*

²научный руководитель, канд. техн. наук, доц., *AleksaninAV@mgsu.ru*

^{1,2}Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» в г. Мытищи, Московская область, г. Мытищи, Олимпийский проспект, д.50

Аннотация

В последние годы все больше внимания уделяется исследованиям, направленным на повышение экологичности и энергоэффективности. Осознание важности заботы об уровне жизни людей сегодня и их будущих поколениях повлияло и на строительную деятельность. В связи с этим были разработаны многочисленные нормативные документы, направленные на снижение отрицательного воздействия строительства на окружающую среду. Появилось такое понятие как зеленое строительство.

Предмет исследования: Представленная работа включает изучение и анализ существующих на данный момент методов оценки экологичности зданий и сооружений с помощью рейтинговой сертификации.

Цели: Исследование и анализ ведущих систем сертификации “зеленого” строительства, а также сравнение с отечественными аналогами.

Результаты: На сегодняшний день существует развитая система международных стандартов в сфере экологического строительства.

Вывод: Применение принципов “зеленого” строительства уже оказывает положительное влияние на строительную деятельность в многих развитых странах и в некоторых городах России. Отмечается недостаток внимания данной проблемы в нашей стране и необходимость серьезной доработки существующих нормативных документов.

Ключевые слова: “зеленое” строительство, система сертификации, экологичность, энергоэффективность, воздействие на экологию.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время зеленые стандарты выступают в роли инструмента оценки экологичности и энергоэффективности строительных объектов. Внедрению экологических стандартов способствует борьба за предотвращение климатических изменений и сокращение выбросов углекислого газа. Одной из задач «зелёного» строительства является снижение уровня потребления ресурсов (энергетических и материальных). Данный процесс актуален на протяжении всего жизненного цикла здания, начиная с момента выбора участка для строительства, производства проектных работ, строительно-монтажных работ, в процессе эксплуатации зданий и сооружений, заканчивая сносом и демонтажем объектов. Также в задачи «зеленого» строительства входит создание новых экобезопасных продуктов промышленности, снижение энергетических затрат и повышение надежности работы энергосетей, введение новых рабочих мест в интеллектуальной среде строительства, снижение общих экономических затрат и отрицательного воздействия на здоровье человека.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Деятельность, связанная с рейтинговой системой оценки здания, направлена на повышение энергоэффективности и экологичности зданий и сооружений. На сегодняшний день в мире выделяются три ведущие системы - BREEAM, LEED и DGNB.

Лидирующие позиции в данной отрасли занимает система BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology). Положительными сторонами системы являются ее индивидуальный метод оценки для каждого объекта, упор на развитие и внедрение систем возобновляемой энергетики и инновационная система утилизации.[1]

На сегодняшний день серьезным конкурентом для BREEAM в силу своей известности и популярности становится рейтинговая система зеленого строительства LEED - The Leadership & Environmental Design, разработанная в Соединенных Штатах Америки. Данная система отличается четырех уровневый способ оценки в шести областях: территория, эффективность в использовании водных ресурсов, энергия и атмосфера здания, материалы и ресурсы, качество внутреннего воздуха, инновации.

Система сертификации работает таким образом, что не выполнив хотя бы одно требование, объект строительства не может получить сертификат. Оценка выполняется по гибкой сертификационной шкале и имеет несколько градаций в зависимости от уникальных особенностей каждого конкретного случая.

В России более 65 объектов прошли систему оценки LEED, выполнив все необходимые требования. Важно понимать, что LEED не заменяет, а лишь дополняет существующие в стране ГОСТы и СНИПы.

Немецкая система DGNB - Deutsche Gesellschaft fuer nachhaltiges Bauen является самой молодой из ведущих мировых систем сертификации. Обязательное требование, предъявляемое системой к соискателям сертификата, в отличие от систем LEED и BREEAM, является экономическая эффективность. На общую оценку жизненного цикла здания влияют затраты на строительство и эксплуатацию с учетом энергетических издержек и расходы экологического ущерба.

Аналогом в отечественных реалиях является рейтинговая оценка СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011, введенная в действие 14 марта 2011 года. Настоящий стандарт вводит понятие «устойчивость среды обитания», тождественное по своему значению понятию «sustainability in building», принятому международными стандартами (ISO) и подразумевающая “максимальное удовлетворение потребностей человека в здании, как среде его жизнедеятельности, при минимальном воздействии на экологию и потреблении невозобновляемых ресурсов на протяжении всего цикла жизни объекта недвижимости”.[2][3]

Вопрос региональных особенностей, столь важный в нашей стране, учитывается в стандарте СТО НОСТРОЙ 2.35.68-2012. “Зеленое строительство”. Документ отражает климатические, энергетические, экономические и социальные особенности регионов.[4]

Наряду с вышеперечисленными стандартами в России был разработан первый и, скорее экспериментальный, Национальный российский стандарт в области строительства “ГОСТ Р 54954-2012 “Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости””. Главной причиной его создания стала проводимая в 2014 г. Олимпиада в Сочи. [5][6].

Понимание важности энергоэффективности на государственном уровне крайне важно. Разработка комплексного подхода к решению данных задач в нашей стране способствует не только улучшению экологии, но также окажет существенное влияние на экономику (некоторые предприятия, связанные с международной деятельностью, уже страдают из-за несоответствия европейским стандартам защиты экологии), развитие технологических инноваций и качество жизни человека в целом.

При рассмотрении методов повышения энергоэффективности зданий и сооружений нужно учитывать, что новые здания составляют лишь 1-2% от всего рынка недвижимости. Поэтому вне зависимости от уровня эффективности объектов с точки зрения энергетики, они не смогут оказать существенное влияние на состояние экологии в целом, а потому необходимо обратить особое внимание на уже эксплуатируемые объекты и на возможные решения по их совершенствованию.[7]

Модернизация уже существующих зданий по системе “BREEAM in-use” направлена на улучшение энергоэффективных свойств здания. Для уже эксплуатируемых объектов, количество требований, необходимых для прохождения сертификации, гораздо больше.

В России не так много объектов, удостоившихся данного сертификата. Первым стал бизнес-центр «Японский дом». Применение новых инновационных инженерных и управленческих решений, таких как система управления микроклиматом внутри помещений, обратное водоснабжение для мойки машин и замена чиллеров на современные системы с хладагентом, не содержащие вредных фреонов и т.д., стали причиной достижения высокого уровня качества. [8]

ВЫВОДЫ

К сожалению, на данный момент, сохраняется отставание нашей страны от лидеров в области экологической оценки зданий. Необходима серьезная доработка и корректировка существующих нормативно-правовых документов, а также жесткий контроль их исполнения. У нашей страны есть огромный, фактически неиспользованный ресурс «озеленения» экономики и повышения энергоэффективности, что, в случае прогресса, может создать хорошие перспективы для улучшения состояния окружающей среды и экологического развития. [9]

Необходимо подробное изучение сертифицированных объектов и систем экосертификации и заимствования положительных результатов для России. Однако, нужно помнить, что точное копирование и использование зарубежных систем в отечественных реалиях не может быть успешным без учета культурных, природно-климатических, социальных и экономических особенностей нашей страны. Для решения проблем сертифицирования «зеленых» зданий в России необходим новый подход в обучении специалистов и создание доступной системы экооценки зданий для архитекторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинникова Е. Н. Знакомство с методом оценки экологической эффективности зданий BREEAM
2. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 Стандарт организации “Зеленое строительство” Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания.
3. ISO 15392:2008 «Sustainability in building construction – General principles». TC/SC: ISO/TC 59/SC 17 ICS: 91.040.01 Stage: 90.93 (2014-10-31)
4. СТО НОСТРОЙ 2.35.68-2012 Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания
5. ГОСТ Р 54954-2012 “Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости”
6. Пугачев С. В., Табунищikov Ю. А., Наумов А. Л. Российская концепция нормирования энергоэффективности зданий и сооружений
7. Егельская Д.В. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий и сооружений// Наука образование и культура. 2017
8. Табунищikov Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания.М. : АВОК-ПРЕСС, 2003.

9. *Хлопцов Д.М. Губаницева М.А. Эколого-экономическая оценка объектов “зеленого строительства” //Имущественные отношения Российской Федерации, 2018*
10. Energy Performance of Buildings Directive, EPBD. (2010/31/EC).
11. ГОСТ Р 51387–99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
12. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДАННЫХ О NDVI И О ТЕМПЕРАТУРЕ В ГОРОДЕ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Е.М. Маслов¹, С.И. Нечушкин², П.Ю. Воробьев³

¹студент, em.maslov@gmail.com

²студент, Hikasamora@gmail.com

³инженер, vorobpavel@gmail.com

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» г. Москва, Ярославское шоссе, д.26

Аннотация

В современных мегаполисах все более актуальными становятся исследования климата городской территории, так как человеческая деятельность приводит к значительным температурным и погодным изменениям в черте города. Один из наиболее существенных подобных эффектов – «тепловые острова» над городами, которые представляют собой значительное повышение температуры в черте города из-за высокой поглощающей способности материалов, используемых для строительства зданий, а также дорожных покрытий. Одним из наиболее эффективных и простых методов борьбы с подобным эффектом является увеличение площади зеленых насаждений. При этом количественная оценка эффективности данного метода зачастую становится возможной уже лишь после его применения, так как наличие растительности является лишь одним из факторов, влияющих на изменение температуры.

Именно поэтому авторы статьи поставили целью своего исследования определение взаимосвязи количества растительности на единицу площади со средней температурой данной площади в весенние месяцы на территории города Москвы. В рамках исследования с использованием методов статистического и корреляционного анализа была показана и определена качественная и количественная взаимосвязь среднего значения NDVI в исследуемой области со средним значением относительной температуры в исследуемой области, предложена формула для расчета данного значения на основе данных о NDVI, получаемых методами спутниковой съемки или съемки с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Результаты исследования могут быть использованы для последующего прогнозирования эффекта «теплого острова» для возводимых районов Москвы, а также для выработки рекомендаций по объемам необходимых зеленых насаждений для районов, наиболее подверженных данному эффекту.

ВВЕДЕНИЕ

Высокая плотность застройки современных городов вкупе с тем, что используемые в строительстве зданий и дорожных покрытий материалы очень хорошо поглощают излучение и аккумулируют тепло, приводит к тому, что все чаще города испытывают эффект «теплого острова» - повышенной температуры в черте города. К примеру, в Лондоне было зафиксировано отклонение температуры в летние месяцы в центре города на 8.9 градусов Цельсия от температуры на окраине города [1]. Для борьбы с данным эффектом городская администрация использует дорогостоящие экспериментальные методы по изменению цвета дорожных покрытий, а также крыш зданий. В некоторых возводимых городах используются специальные подходы в проектировании и требования к расположению зданий и сооружений с целью обеспечения естественного вентилирования и охлаждения города.

При этом показано, что одним из наиболее эффективных методов борьбы с эффектом «теплого острова» является озеленение городских территорий, а также использование «зеленых крыш» и «зеленых фасадов» [2, 3].

Однако слабой стороной использования зеленых насаждений является малая предсказуемость количественного эффекта данного метода до его непосредственного применения на конкретной территории. В то же время возможность предсказать количественно влияние планируемой высадки растений на температуру на территории высадки, дало бы возможность проектировщикам учитывать данное влияние на этапе проектирования и делать территорию городов более комфортной. Также, городские власти получили бы наиболее точную оценку объемов зеленых насаждений, которые требуется разместить на территории районов, наиболее подверженных эффекту «теплового острова».

Именно поэтому целью данного исследования является определение функции взаимосвязи данных NDVI на территории Москвы с данными об относительном температурном распределении на территории столицы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В мире уже накоплен опыт определения взаимосвязи между количеством зеленых насаждений и температурой области [4,5,6], но все предложенные методики имеют в своей основе обширный инструментарий высшей математики, что делает их использование затрудненным.

Как следует из предварительно проведенного обзора актуальных исследований по данной тематике, а также учитывая доступность данных по разным методикам определения плотности зеленых насаждений на территории, а также распределения температуры на территории, оптимальными исходными данными для определения взаимосвязи количества зеленых насаждений со средней относительной температурой на территории являются данные о NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы), отражающие количество зеленых насаждений, и данные спутниковой или аэрофотосъемки в инфракрасном диапазоне, отражающие относительное температурное распределение на территории [4].

В данном исследовании для анализа были выбраны данные:

- Спутниковое изображение с данными NDVI Москвы по состоянию на 26 мая 2003 года;
- Спутниковое изображение в инфракрасном диапазоне по состоянию на 26 мая 2003 года.

Данные представлены в формате графических растровых изображений с разрешением 2173 x 2532 пикселей (пространственное разрешение 17 м/пиксель). Оба изображения представлены на рис. 1:

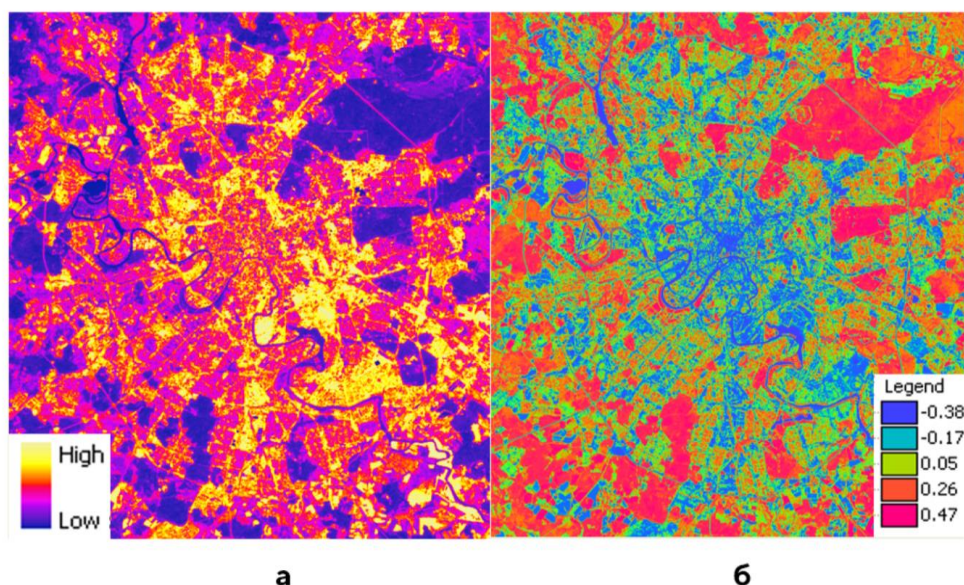


Рис. 1. Исходные спутниковые снимки с представленными данными о распределении температуры (а) и NDVI (б).

Впоследствии обе шкалы для изображений и оба изображения приведены к относительным ступенчатым монохромным шкалам с учетом линейной интерполяции значений отображаемых факторов.

Поскольку пространственное разрешение изображений, на основе которых проводится анализ, достаточно высоко, авторами исследования было решено использовать усредненные данные по районам Москвы, разделив исходные изображения на 100 равных частей так, как показано на рис. 3.

Затем с использованием инструмента анализа «Гистограмма» ПО AdobePhotoshop были получены данные о среднем значении яркости пикселей и медианном значении яркости пикселей для каждого фрагмента изображения. Эти данные представлены в таблице 1 в формате «З: Х.ХХ Т: У.УУ», где Х.ХХ – приведенное значение средней яркости пикселей на выбранном фрагменте изображения с данными о NDVI, а У.УУ – приведенное значение средней яркости пикселей на выбранном фрагменте изображения с данными о температурном распределении.

Таблица 1. Средние значения яркостей пикселей фрагментов изображений NDVI и температуры

Позиция фрагмента	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	З: 0.15 Т: 0.33	З: 0.41 Т: 0.59	З: 0.25 Т: 0.41	З: 0.39 Т: 0.54	З: 0.28 Т: 0.39	З: 0.28 Т: 0.42	З: 0.36 Т: 0.46	З: 0.39 Т: 0.5	З: 0.32 Т: 0.45	З: 0.27 Т: 0.42
2	З: 0.19 Т: 0.35	З: 0.28 Т: 0.42	З: 0.33 Т: 0.54	З: 0.54 Т: 0.59	З: 0.58 Т: 0.65	З: 0.45 Т: 0.53	З: 0.33 Т: 0.44	З: 0.07 Т: 0.28	З: 0.05 Т: 0.28	З: 0.08 Т: 0.25
3	З: 0.41 Т: 0.6	З: 0.4 Т: 0.53	З: 0.36 Т: 0.55	З: 0.42 Т: 0.54	З: 0.39 Т: 0.51	З: 0.48 Т: 0.56	З: 0.17 Т: 0.29	З: 0.22 Т: 0.32	З: 0.2 Т: 0.3	З: 0.07 Т: 0.3
4	З: 0.28 Т: 0.55	З: 0.29 Т: 0.59	З: 0.39 Т: 0.56	З: 0.57 Т: 0.68	З: 0.59 Т: 0.75	З: 0.52 Т: 0.66	З: 0.47 Т: 0.59	З: 0.36 Т: 0.5	З: 0.31 Т: 0.42	З: 0.25 Т: 0.42

5	З: 0.14 Т: 0.31	З: 0.36 Т: 0.49	З: 0.35 Т: 0.52	З: 0.58 Т: 0.77	З: 0.49 Т: 0.84	З: 0.52 Т: 0.82	З: 0.63 Т: 0.71	З: 0.43 Т: 0.5	З: 0.4 Т: 0.48	З: 0.41 Т: 0.5
6	З: 0.34 Т: 0.47	З: 0.45 Т: 0.56	З: 0.36 Т: 0.46	З: 0.4 Т: 0.56	З: 0.48 Т: 0.7	З: 0.6 Т: 0.79	З: 0.76 Т: 0.78	З: 0.49 Т: 0.52	З: 0.5 Т: 0.52	З: 0.4 Т: 0.42
7	З: 0.25 Т: 0.4	З: 0.43 Т: 0.56	З: 0.45 Т: 0.56	З: 0.45 Т: 0.6	З: 0.48 Т: 0.56	З: 0.53 Т: 0.6	З: 0.47 Т: 0.65	З: 0.54 Т: 0.58	З: 0.38 Т: 0.44	З: 0.62 Т: 0.57
8	З: 0.34 Т: 0.47	З: 0.31 Т: 0.41	З: 0.3 Т: 0.47	З: 0.32 Т: 0.43	З: 0.43 Т: 0.51	З: 0.56 Т: 0.6	З: 0.54 Т: 0.63	З: 0.58 Т: 0.66	З: 0.59 Т: 0.67	З: 0.38 Т: 0.48
9	З: 0.16 Т: 0.34	З: 0.21 Т: 0.32	З: 0.28 Т: 0.42	З: 0.29 Т: 0.38	З: 0.45 Т: 0.52	З: 0.45 Т: 0.51	З: 0.44 Т: 0.49	З: 0.43 Т: 0.5	З: 0.45 Т: 0.48	З: 0.33 Т: 0.43
10	З: 0.21 Т: 0.33	З: 0.35 Т: 0.45	З: 0.35 Т: 0.41	З: 0.31 Т: 0.43	З: 0.4 Т: 0.5	З: 0.4 Т: 0.47	З: 0.4 Т: 0.46	З: 0.42 Т: 0.45	З: 0.43 Т: 0.44	З: 0.49 Т: 0.55

Полученные данные позволяют представить графически взаимосвязь значений яркости пикселей на всех частях обоих изображений, что в свою очередь интерпретируется как взаимосвязь значений NDVI и относительных значений температуры. Используя в качестве координат горизонтальной оси усредненные значения яркостей пикселей изображения, отражающего распределение NDVI, а в качестве координат вертикальной оси – усредненные значения яркостей пикселей изображения, отражающего распределение температуры, получаем следующий характер взаимосвязи, представленный на рис. 2:

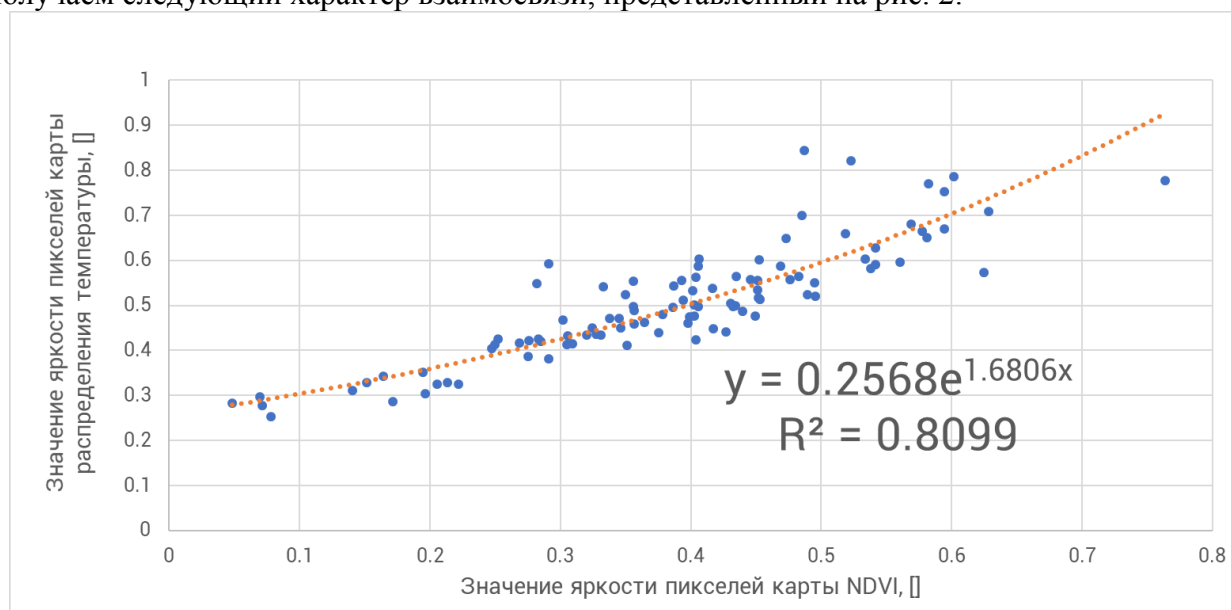


Рис. 2. Изображение зависимости средних яркостей фрагментов изображения NDVI и температуры, а также наложенная аппроксимирующая кривая.

С использованием инструментов ПО Microsoft Excel получаем коэффициент корреляции двух рассматриваемых наборов данных, $k = 0.875$, близость которого к единице говорит нам о высокой степени линейной зависимости между данными наборами.

Также, используя встроенные средства анализа ПО Microsoft Excel можем получить функцию аппроксимирующей кривой для рассматриваемой зависимости. Наибольший коэффициент детерминации $R^2 = 0.81$ имеет экспоненциальная зависимость, выражаемая следующей функцией:

$$T = 0.2568 \cdot \exp(1.6806 \cdot N) \quad (1)$$

Где, T – относительная средняя яркость пикселей на карте распределения температур для заданной области, N – средняя яркость пикселей на карте NDVI для заданной области.

По предложенной функции(1) «восстановим» средние значения яркостей пикселей по областям на карте распределения температуры на основе имеющихся данных о средних значениях яркости пикселей по областям на карте распределения NDVI, а затем выразим отношение восстановленных значений к реальным и выразим разницу с реальными данными в процентах. Результаты данной операции представлены на рис. 3 и позволяют качественно оценить зоны, где определенная зависимость (1) дает лучшее совпадение:

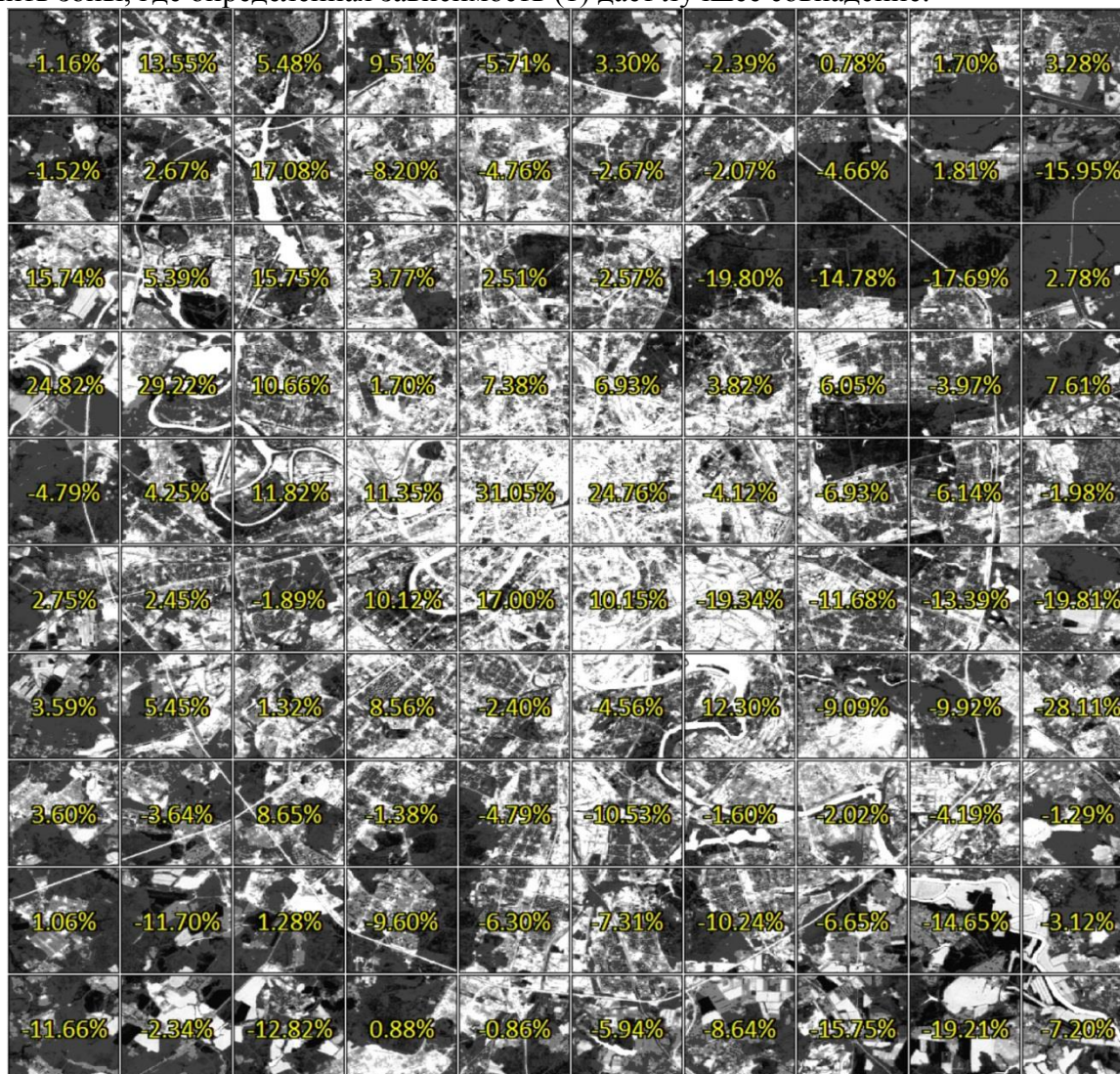


Рис. 3. Данные о разнице средней яркости пикселей реальной съемки в ИК-диапазоне с «восстановленными значениями», наложенные на карту NDVI Москвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как видим, наилучшее совпадение рассчитанных и экспериментальных результатов наблюдается в областях со средней плотностью застройки. В местах наличия проточных водоемов и высокой плотности застройки можно отметить недооценку реальной температуры в среднем на 21%. При этом для областей, близких к окраине города – потенциальных направлениях расширения поселения – совпадение достаточно высокое и не

превышает в среднем 5%, что вкупе с близким к единице коэффициентом детерминации для функции (1) позволяет утверждать, что подобранная нами зависимость с достаточной степенью точности описывает полученные данные и позволяет делать прогнозы о влиянии эффекта «теплового острова» на возводимые районы города, а также давать рекомендации об увеличении площади зеленых насаждений для районов, наиболее подверженных влиянию данного эффекта.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенного исследования коллективом авторов была определена взаимосвязь количества растительности на единицу площади со средней температурой данной площади в весенний период на территории города Москвы. Разработанная использованная методика может быть улучшена (в части автоматизации повторяющихся действий) и применена для определения данной зависимости на других территориях. Показано, что функция описываемой зависимости с меньшей точностью описывает районы города с малой плотностью зеленых насаждений, а также районы с наличием проточных водоемов. При этом определен качественный характер этого отличия.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на автоматизацию действий, связанных с обработкой данных входных изображений, а также с исследованиями в области определения взаимосвязи количества растительности на единицу площади со средней температурой данной площади в различные времена года и на территории меньшей, чем была исследована в данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Maria Kolokotroni, Renganathan Giridharan.* Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer// *Solar Energy*. Volume 82, Issue 11, November 2008. С. 986—998.
2. *Piero Bevilacqua, Domenico Mazzeo, Roberto Bruno, Natale Arcuri.* Surface temperature analysis of an extensive green roof for the mitigation of urban heat island in southern mediterranean climate// *Energy and Buildings*. Volume 150, 1 September 2017, С. 318-327.
3. *Julie Cidell.* Sustainable imaginaries and the green roof on Chicago's City Hall// *Geoforum*. Volume 86, November 2017, С. 169-176.
4. *Weixin Xu, Song Gu, XinQuan Zhao, Jianshe Xiao, Yanhong Tang, Jingyun Fang, Juan Zhang, Sha Jiang.* High positive correlation between soil temperature and NDVI from 1982 to 2006 in alpine meadow of the Three-River Source Region on the Qinghai-Tibetan Plateau// *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Volume 13, Issue 4, August 2011, С. 528-535.
5. *Elnaz Neinavaz, Andrew K. Skidmore, Roshanak Darvishzadeh.* Effects of prediction accuracy of the proportion of vegetation cover on land surface emissivity and temperature using the NDVI threshold method// *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Volume 85, March 2020, 101984.
6. *Meenu Rani, Pavan Kumar, Prem Chandra Pandey, Prashant K. Srivastava, B.S. Chaudhary, Vandana Tomar, Vinay Prasad Mandal.* Multi-temporal NDVI and surface temperature analysis for Urban Heat Island in built surrounding of sub-humid region: A case study of two geographical regions// *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. Volume 10, April 2018, Pages 163-172.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ УСЛУГ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

И.М. Савин¹, С.А. Синенко²

¹студент, *savin.vanya2013@gmail.com*

²научный руководитель, *д-р техн. наук, проф.*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д.26

Аннотация

Предметом исследования является процесс цифровизации в строительстве. Исследование направлено на выявление существующих проблем при использовании автоматизированной системы ведения строительной документации и возможностей контроля всего строительного производства для обеспечения лучшего взаимодействия со всеми работниками. Целью работы является выявление преимуществ использования комплексных информационных систем в строительстве. Авторами статьи был проанализирован современный опыт использования автоматизации и цифровизации в строительном производстве и выявлены условия успешного применения комплексных систем зарубежными и отечественными строительными организациями. Авторы пришли к выводу, что автоматизированные системы контроля позволяют обеспечить лучшее взаимодействие разных подразделений строительства, имеется возможность устранения долгих обсуждений проблемных вопросов. Сохранение табличного формата, ключевых событий проекта, устранение недочетов при строительстве, истории конкретного помещения помогают менеджеру при принятии различных решений, а также в дальнейшем для предоставления информации клиентской службы потенциальным покупателям. Большой объем информации, документооборота минимизируется при использовании строительного контроля, что позволяет в значительной степени увеличить качество строительства и снизить сроки по сдаче объектов.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире всё чаще и чаще используются компьютерные технологии 3-d и Вim-моделирование, зачастую рисуемых от руки архитекторов не встретишь. Цифровизация строительной отрасли развиваются стремительно и по различным направлениям. Современные строительные организации активнее внедряют в свои профессиональные активы информационные технологии, которые, в свою очередь включают в себя следующие бизнес-процессы: начиная от подбора кадров, бухгалтерского учета, внутреннего документооборота, планирования, разработки и размещения рекламы, поиска и сопровождения клиентов, закупки, производство продукции, выполнения работ, оказания услуг, заканчивая контролем за исполнением договоров, и многие другие. Особое значение приобретают технологии дополненной реальности, интернет вещей, 3D-принтинг, генеративный дизайн, машинное обучение, технологии, включающие трехмерное представление зданий и сооружений, помещений и многие другие технологии, которые помогают принимать различные решения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авторами статьи был проанализирован современный опыт использования автоматизации и цифровизации в строительном производстве и условия успешного применения комплексных систем зарубежными и отечественными строительными организациями. Следует отметить, что на государственном уровне процесс цифровизации в строительстве направлен на: осуществление градостроительных процедур в цифровом формате (в электронной форме, в электронном виде); надлежащее содержание и хранение документов градостроительной деятельности в электронной форме; сбор и публикация статистики, собираемой автоматически путем извлечения данных из информационных систем; процессы формирования поисково-справочных платформ; внедрение технологии информационного моделирования объектов капитального строительства (ОКС).

Быстрое развитие новейших технологий требует от технического заказчика (ТЗ) адаптации к современным реалиям. Целями и задачами ТЗ являются необходимость научиться непрерывно развиваться и трансформировать определенные функции, развивать траектории адаптации к современным условиям производства. Данная проблема тесно связана с развитием современной экономики. Есть определенные различия между краткосрочным и долгосрочным ростом, так как то, что необходимо для долгосрочного экономического роста, нельзя рассматривать в статистике следующего года. Отличительной чертой технологического процесса строительного производства, помимо большого числа параметров, влияющих на конечную его стоимость, является использование большого количества различного вида ресурсов и возможность создания различных комбинаций этих ресурсов в виде жестких связей последовательностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сегодня работа технического заказчика является многоплановой и зависит от исходного состояния проекта и потребностей застройщика, которыми могут быть органы государственной власти, девелоперские компании, строительные фирмы, промышленные предприятия. Возникновение онлайн-хранилищ, например Google Drive, Yandex Disk и других, способствовало тому, что время, затраченное для пересылки и передачи необходимого для передачи любых видов документации, сильно уменьшается. Большим плюсом является то, что все это значительно сократило объем бумажных носителей, черновиков и макулатуры, которые неизбежно появляются при ведении любой документации с начала до завершения проектов строительства.

Строительная индустрия все больше и эффективнее использует облака. Компания Autodesk, принимая во внимание различные возможности облаков, скомпоновала главные используемые приложения, уничтожив все лишнее, добавила новое, что в дальнейшем способствовало появлению облачных сервисов, таких как BIM 360. Autodesk BIM 360 — является совокупностью облачных сервисов, которые возможно использовать на различных этапах от начала проектирования строительных объектов, доступа к которым осуществляется как с настольных приложений, так и с мобильных устройств. Данный сервис BIM 360 позволил создать объединение всех участников строительного проекта, при этом увеличив скорость завершения проекта и уменьшив возможные риски. Облачные решения Autodesk и других компаний способствуют организации совместной работы, ведению руководства, управлению строительными проектами, средствами и строительным производством в целом, планированию строительства, моделирования строительной площадки и проведения анализа, на завершающем этапе — возможности прогноза по технической эксплуатации и назначение ответственных лиц, следящих за технической поддержкой объектов.

Цифровизация услуг это уникальная возможность использования разнообразных принципов представления, запоминая и передачи информационного характера, включая возможность шифрования сообщений, передачи в определенной форме, а также возможность последующей дешифровки, возможность передачи информации с использованием различных материальных носителей; копирование и распространение информации без потери ее точности; многократное увеличение плотности записи и скорости передачи, а также «неуменьшение» и «неисчезновение» ее при потреблении; ее алгебраические свойства - все это определенно улучшает сам процесс цифровизации, делает его более эффективным по сравнению с аналоговыми. Отличительные особенности передачи цифровой информации повлияли на появление целого научного направления «digital economics», которое включает как математические методы и модели, основанные на цифровом формате представления информации, так и на ее свойствах, вытекающих из него. В этом случае, можно в качестве примера указать технологии, используемые в логистике, геотехнологии, современные технологии предоставления банковских услуг, технологии внедрения информационной безопасности и т.д.

Экономическое стимулирование перехода участников строительного рынка на новые цифровые технологии, в том числе BIM, это и освоения в вузах и колледжах специального курса подготовки новых специалистов для строительной индустрии, а также переподготовки существующих. BIM технологии нужны для исключения избыточности, повторного ввода и потери данных, ошибок при их передаче и преобразовании. Создание подхода IDA и инструментария BIM предполагает организационно-структурные изменения, задействованные в проектно-строительном процессе предприятий. Опыт зарубежных компаний показывает, преобразования в этом направлении могут окупиться увеличением производительности и качества выполненной работы, а в последующем и ростом прибыли компании. Для инвесторов объектов строительства результатом применения технологий BIM и подхода IDA является значительное сокращение инвестиционных рисков в силу предсказуемости хода реализации проекта и определенные гарантии соответствия построенного здания целям, желаемым техническим и экономическим характеристикам.

Непосредственное использование комплексных информационных систем в строительстве происходит крайне медленно, примерное отставание от таких отраслей как судостроение или тяжелое машиностроение составляет полтора-два десятилетия. Если в тяжелой промышленности в разных регионах нашей страны широко внедряются системы управления предприятиями с конца 90-х годов, то для строительного производства это остается новой и современной задачей. Нам представляется, что начало эксплуатации подобных систем это самое сложное, поэтому на рынках появляется специализированные корпорации, которые занимаются профессиональной разработкой и внесением предложений в базовую систему, предлагают свои услуги заказчику для постепенного и поэтапного запуска, наладки, корректировки различных систем. Очевидно, что в этом случае быстрая оптимизация строительного производства не возможна, но в дальнейшем особенно эффективным окажется сектор массового жилого строительства, где возможно использование типовых проектов.

Специфика строительного производства напрямую зависит от работы со множеством различных субподрядчиков. В западных странах, таких как Швеция или Финляндия подобные системы управления и контроля связывают с единым стандартизированным BIM-решением, т.е. определенным цифровым представлением как физических, так и функциональных особенностей проектов, что включает в себя необходимые характеристики об строительном объекте, что является полноценной «бимификацией» всего строительного производства, включая детальное параметрическое проектирование в 3D и создание

симуляционных инфомоделей и заканчивая управлением решений, эффективностью процесса строительного производства и контроля, а также эксплуатации проекта. Такая взаимосвязь между управлением самого строительного-проектного производства и непосредственно система контроля качества с BIM является на сегодняшний день эффективной и перспективной для любых строительных корпораций. Например, уникальный для строительного рынка IT продукт для контроля строительства сегодня используется Setl Group. Это не только привлечение инвесторов, но и необходимое условие для всех участников строительного производства от заказчиков, подрядчиков до покупателей строительных объектов.

Подобная система включает несколько модулей, которые определяют графики различных работ, сбор, автоматизацию отчетности по этапам строительства, планирование рабочего дня и определение степени готовности объекта к сдаче. Технический надзор в строительстве должен обеспечивать не только прием строительного-монтажных работ, но следить за качеством выполнения различных работ. В этом случае человеческий фактор может неверно определять состояние объектов строительства. Например, при задержке в работе сами строители пытаются устранить эту проблему передавая эту информацию в вышестоящие органы, что может привести к срывам срока сдачи определенных работ. Это является потерей ресурсов. Внедрение автоматизированной системы строительного контроля предотвращает развитие подобных ситуаций, т.к. у всех внештатных ситуаций знают сразу все заинтересованные лица. Это возможно благодаря тому, что существует специальный отдел контроля сотрудники, которого регулярно посещают строительные объекты и вносят данные в общую базу, которая формирует отчетность выполнения работы. Полная автоматизация строительного производства обеспечивает беспристрастный контроль качества выполнения всех видов работ строительного производства. Перемещение сотрудников по объектам осуществляется посредством маршрутной карты, в которой указан этаж, корпус и т.д. Подобная схема определяет для каждого контролера на каждый день новый участок проекта, что снижает вероятность что-либо пропустить, не учесть, т.к. происходит перепроверка контролеров друг другом. Фиксирование контроля за строительным производством на разных местах происходит посредством уведомления на планшете контролера о том, что он должен проверять и какие показатели он должен будет занести в систему. Например, фотографирование установки системы отопления, водоотведения, измерения площадей помещения. Возможно применение лазерного сканера, который снимает облако точек, передающие реальные размеры здания, затем их объединяют с 3D-моделью и все недочеты выделяют особым цветом. Далее начинается работу другой контролер, который получает такое же задание по фиксации параметров и уже сама система начинает анализировать насколько устранены недочеты. При строительстве крупных объектов с большим количеством очередей - применение таких систем является особенно актуальным, т.к. позволяет устранить задержку работ различных видов.

ВЫВОДЫ

Использование автоматизированной системы инвесторского контроля позволят обеспечить лучшее взаимодействие заказчика с подрядчиками. На объектах Setl Group возможно устранить долгие обсуждения проблемных вопросов, т.к. возможно предоставить объективную картину выполненных работ, симуляцию графиков строительства, рассчитать объемные показатели площадей и время выполненных работ. Подобная система включает несколько вариантов устранения от невыполнения сроков строительства, каких как предупреждение, предложение помощи передача части работ другим компаниям и т.д. В случае невыполнения условий заказчика иногда выгоднее поменять компанию чем тратить

ресурсы на модернизацию и устранение недостатков в строительном производстве. Руководитель строительных проектов должен быстро и четко принимать решения для того чтобы не было срывов сроков объектов. Поэтому чем быстрее обнаружена проблема, тем быстрее она может быть решена с помощью автоматизированной системы, которая сохраняет все данные по объекту, которые были выполнены, в объектах Setl Group. Сохранение табличного формата, комментариев, ключевых событий проекта, устранение недочетов при строительстве, истории конкретного помещения помогают менеджеру при принятии различных решений, а также в дальнейшем для предоставления информации клиентской службы потенциальным покупателям. Большой объем информации, документооборота минимизируется при использовании строительного контроля Setl Group. Сегодня эта система полностью внедрена, что позволяет в значительной степени увеличить качество строительства и снизить сроки по сдаче объектов.

«Технологии автоматизации могут снять необходимость выполнения рутинной административной работы и позволить сотрудникам сосредоточиться на решении более сложных вопросов — при одновременном снижении риска ошибок», — объясняют эксперты Всемирного экономического форума (ВЭФ) ВЭФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве. Синенко С.А., Гинзбург В.М., Сапожников В.Н., Каган П.Б., Гинзбург А.В. Саратов: Вузовское образование, 2019. - 240 с.
2. Гордиенко И.О. Autodesk BIM 360: будущее строительной сферы // <https://sapr.ru/article/25528>
3. <https://cutt.ly/9rMDOjY>
4. https://m.dp.ru/a/2020/02/19/Cifrovaja_strojka__Kak_IT-

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

М.С. Шабалин¹, Ю.Р. Баширова², Е.В. Игнатова³

¹студент, misha.shabalin00@gmail.com

²студентка, yuliabashirova@mail.ru

³научный руководитель, доц., канд. техн. наук, доц. кафедры ИСТАС, ignatova@mgsu.ru

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, 26

Аннотация

Предмет исследования: В статье рассматриваются технические возможности программного обеспечения дополненной реальности (AR), оцениваются и сравниваются программы, использующие эту технологию применительно к строительной сфере. Необходимость в исследовании вызвана быстрым ростом цифровизации строительной отрасли и новыми техническими возможностями технологии AR.

Цели: Цель исследования - анализ программного обеспечения AR для выбора прикладных программ, подходящих к конкретной задаче строительства, с учетом имеющегося аппаратного обеспечения и возможностями мобильных устройств.

Материалы и методы: Для исследования применялось наиболее актуальное и распространенное техническое средство: смартфон на платформе ARKit, использующий технологии SLAM и Environment Mapping. Были использованы программы Augment, SketchUp, Kubity GO, Augin.

Результаты: В ходе анализа были сформулированы критерии оценки программного обеспечения. В результате сравнительного анализа было выбрано приложение Kubity GO, результатом работы которого было устойчивое и четкое наложение 3D-модели здания на объекты реального мира в режиме реального времени.

Выводы: Исследование показывает потенциал использования программного обеспечения AR технологии, выявляет достоинства и недостатки класса программ для мобильных устройств. Предложены задачи проектирования и строительства, для которых актуально использование технологии дополненной реальности.

ВВЕДЕНИЕ

В сфере строительства развиваются цифровые технологии, одной из которых является информационное моделирование объектов строительства. Последней тенденцией развития информационного моделирования является дополнительное использование сквозных цифровых технологий, среди которых находится технология дополненной реальности (AR).

Перспективы использования дополненной реальности вызывают необходимость определения наиболее подходящего специализированного программного обеспечения и цифровых средств ее реализации. Наиболее перспективным считается использование мобильных устройств. Существует широкий ряд программного обеспечения дополненной реальности для использования на мобильных платформах. Однако, каждое приложение имеет свои технические особенности, принципы использования и может быть ориентировано на решение определенных задач.

Цель данного исследования – проанализировать доступное программное обеспечение

AR, подходящее к конкретной задаче строительства, с учетом имеющегося аппаратного обеспечения мобильных устройств.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Для повышения эффективности информационного моделирования в строительстве, а также совершенствования пользовательского интерфейса визуализации трёхмерных объектов успешно применяется технология дополненной реальности (AR). Эта технология позволяет оптимизировать различные процессы жизненного цикла объекта, повысить качество проектирования и строительства, а также значительно сократить сроки строительства [1]. Дополненная реальность может применяться при решении задач на всем жизненном цикле строительного объекта [2]. Разработаны технологии строительства геометрически сложных конструкций с использованием их виртуального образа и AR оборудования [3]. Применение технологии AR успешно используется в дизайне и архитектуре при наложении виртуального объекта на реальное изображение интерьера [4].

Одним из эффективных устройств создания дополненной реальности и демонстрации результата в реальном времени является смартфон [5]. Развитие программного обеспечения и аппаратных средств делает мобильные устройства наиболее простым и удобным способом реализации AR технологии на данный момент. Дополненная реальность расширяет возможности персональных мобильных устройств в обработке графической информации посредством интерфейса с взаимодействием на новом интерактивном уровне [6]. С ее помощью становится возможным быстрее и доступнее получить доступ к визуально-информационным данным объектов строительства и архитектуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использовались 4 наиболее используемые приложения с одинаковой функцией - просмотра готовой 3D-модели в режиме AR:

- Augment;
- SketchUp;
- Kubity GO;
- Augin.

В качестве метода исследования был выбран сравнительный анализ результата работы программ с использованием готовой 3D-модели здания.

Для создания базовой модели была использована программа для создания информационной модели здания Autodesk Revit и вспомогательное программное обеспечение (ПО), позволяющее конвертировать базовую модель в поддерживаемые анализируемым AR-софтом форматы файлов: Autodesk 3ds Max (конвертация в формат .obj) и расширение для Autodesk Revit R2SKP (конвертация в формат .skp).

Для исследования были применены наиболее актуальное техническое средство: смартфон на платформе ARKit, использующий технологии SLAM и Environment Mapping.

Для сравнения были использованы следующие критерии: стабильность трекинга, смещение модели при движении, поддерживаемые форматы импортируемых моделей, экспорт модели, наличие собственной библиотеки моделей, возможность загрузки моделей через облачное хранилище данных, наличие режима «прогулки» по модели, наличие режима VR, наличие режима отображения теней, возможность отключения видимости отдельных элементов модели, возможность привязки модели к маркеру, доступность ПО.

Для понимания сути некоторых из используемых критериев дадим им определения:

- стабильность трекинга – это устойчивость в начальном положении без движения

пользователя.

- смещение модели при движении пользователя – это смещение модели относительно базовой точки, которое определялось путём размещения модели в размеченный квадрат со сторонами 500 мм и передвижения относительно модели, для смещения крайней точки использовалась следующая формула:

$$K = x / (a\sqrt{2}) * 100\% ,$$

где K – относительное смещение модели,

x – действительное смещение относительно начального положения,

a – сторона квадрата зоны измерения.

- режим «прогулки» по модели – возможность нахождения пользователя внутри модели. Режим «прогулки» без физического перемещения использует только показания сенсоров (IMU) устройства, перемещая пользователя по модели посредством его взаимодействия с экраном устройства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе предложенных критериев был проведен анализ выбранного программного обеспечения смартфона, технологии и результатов его применения. Результаты исследования представлены в виде сравнительной таблицы.

Таблица 1. Результаты сравнения программного обеспечения

Название критерия	Название программного обеспечения			
	Augment	SketchUP	KubityGo	Augin
1. Стабильность трекинга	крайне нестабилен	нестабилен	стабилен	стабилен
2. Смещение модели, %	12	3	1	4
3. Поддерживаемые форматы импортируемых моделей	.obj .stl .kmz .dae .zae	.skp	.skp	.ifc .fbx
4. Перенос моделей из программ САПР (Autodesk Revit)	с потерей параметров в виде 3D-object	расширение R2SKP с сохранением структуры элементов	расширение R2SKP с сохранением структуры элементов	имеется в формате программного экспорта модели
5. Собственная библиотека моделей	имеется	имеется	отсутствует	отсутствует
6. Загрузка моделей через облачное хранилище данных	имеется	имеется	имеется	имеется
7. Режим «прогулки» по модели	отсутствует	имеется	имеется, без физического перемещения пользователя	отсутствует
8. VR	отсутствует	отсутствует	имеется	отсутствует
9. Режим теней	имеется	имеется	имеется	отсутствует

Название критерия	Название программного обеспечения			
	Augment	SketchUP	KubityGo	Augin
10. Отключение видимости отдельных элементов модели	отсутствует	имеется	отсутствует	отсутствует
11. Привязка модели к маркеру	имеется, затруднительное обнаружение маркера	имеется	нет необходимости	отсутствует
12. Доступность ПО	подписка не требуется	690 рублей в год для использования моделей пользователя	подписка не требуется	подписка не требуется

В ходе анализа программ были рассмотрены их интерфейсы, функциональные возможности и результаты работы (Рис.1).

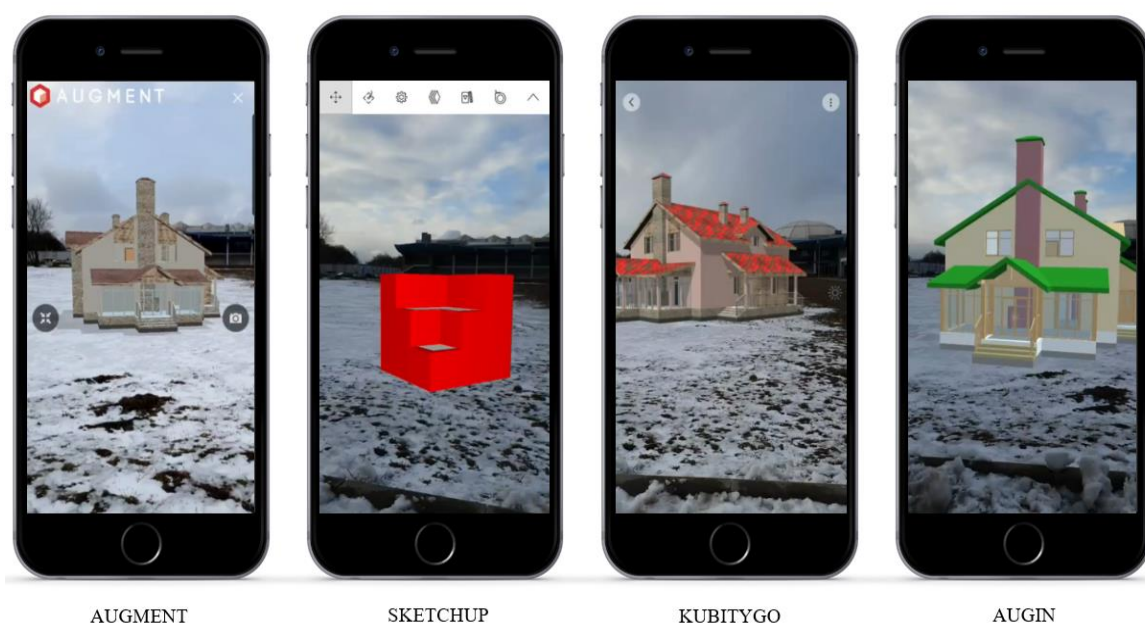


Рис. 1. Интерфейсы исследуемых программ

В результате сравнительного анализа наиболее эффективным было признано приложение Kubity GO, результатом работы которого было устойчивое и чёткое наложение 3D-модели на объекты реального мира в режиме реального времени. Технически устойчивость достигается за счёт оптического трекинга устройства с распознаванием в поступающем с камеры изображении ключевых точек. Чёткость визуализации изображения – за счёт игровых движков устройства.

ВЫВОДЫ

Исследование показывает потенциал в развитии программного обеспечения AR технологии, выявляет достоинства и недостатки данного класса программ, позволяет подобрать программу с технологией дополненной реальности для мобильных устройств, необходимую в конкретной задаче, а также определяет наиболее актуальные технические методы поддержки технологии дополненной реальности.

На данный момент есть несколько векторов развития технологии дополненной реальности в строительной сфере: демонстрация архитектурно-строительного проекта заказчику, моделирование конструкций для проведения строительных работ непосредственно на площадке, доступ к полной информации о здании, включая записи процесса строительства, процесса его эксплуатации, а также создание виртуальных копий памятников. Более нестандартное направление AR - анализ реакции жителей в процессе планирования жилого пространства. Фактор взаимодействия в системе дополненной реальности является одним из ее главных преимуществ. Кроме того, эта концепция позволяет всем участникам процесса проектирования и строительства работать в едином визуальном информационном поле. Вся необходимая информация доступна в реальном времени в любом месте.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кирьякиди С.* Дополненная реальность и перспективы её применения в строительной отрасли [Электронный ресурс] Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16724. Дата обращения: 16.02.2020..
2. *Шабалин М.С., Назаров Е.С., Якубович А.М., Лосев К.Ю.* Возможности использования AR и VR в процессе жизненного цикла здания в России //Системотехника строительства. // Киберфизические строительные системы – 2019 С. 37-40. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2019/systemotechnika_stroitelstva_2019.pdf. Дата обращения: 12.02.2020.
3. *Анохина Л.В., Томаев Г.Т., Игнатова Е.В.* Опыт применения технологии дополненной реальности при проектировании и строительстве параметрических конструкций // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019 С. 37-40. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2019/systemotechnika_stroitelstva_2019.pdf. Дата обращения: 12.02.2020.
4. *Табельская А.С., Курзаева Л.В.* Виртуальная и дополненная реальность в дизайне и архитектуре. // сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Юго-Западный государственный университет, Московский политехнический университет. 2019 С.210-214 [Электронный ресурс] Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_37227880_44425332.pdf. Дата обращения: 15.02.2020.
5. *Могилевец А.Ф.* Анализ применение систем дополненной реальности в промышленности на базе смартфона. // Теория и практика модернизации научной деятельности. Сборник статей Международной научно-практической конференции часть 2 – 2019 С. 73-78. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_37636806_93970925.pdf. Дата обращения: 15.02.2020.
6. *Кравцов А.А., Лойко В.И.* Совершенствование пользовательского интерфейса визуализации трехмерных объектов при помощи технологии дополненной реальности // Научный журнал КубГАУ, №100(06), 2014 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ej.1gb.ru/2014/06/pdf/91.pdf>. Дата обращения: 16.02.2020.

Секция 2. MODERN BUILDING MATERIALS

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Д.С. Голотенко¹, Нгуен Дык Винь Куанг², О.В. Александрова³

¹студентка, golotenko.darya@yandex.ru

²аспирант, ndvquang@hueic.edu.vn

³канд. техн. наук, доц. кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов, aleks_olvl@mail.ru

^{1,2,3}Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация.

В данной статье рассмотрены основные химические процессы, протекающие в результате коррозии бетонных изделий в морской воде, и их особенности, способы и методы их исследования и борьбы с ними. Одним из способов борьбы с коррозией является добавление в качестве добавки в цементное тесто золы-уноса, которая обладает пуццолановыми свойствами.

Статья включает в себя результаты исследований по выявлению определенного состава золы-уноса, содержание оксидов в котором было бы оптимально для использования ее в качестве добавки, повышающей коррозионную стойкость конструкций из тяжелого бетона. В данной работе продемонстрирована зависимость сульфатостойкости золы-уноса от ее оксидного состава.

Цель данной работы заключалась в том, чтобы найти способы повышения коррозионной стойкости тяжелого бетона в агрессивной среде, путем нахождения подходящего состава используемой добавки – золы-уноса.

Для получения образцов использовались портландцемент PCsr40, вода, заполнители и зола-уноса. Образцы испытывались по методике ASTM C-1012 (Стандартный способ определения изменения длины цементных растворов, подвергнутых воздействию сульфатного раствора). Данный метод испытаний обеспечивает возможность оценки сульфатостойкости растворов, изготовленных с использованием смесей портландцемента с пуццоланом.

Полученные результаты, свидетельствуют о том, что использование золы-уноса в бетонных изделиях повышает его устойчивость к проникновению хлорид-ионов, увеличивает сульфатостойкость, то есть значительно возрастает коррозионная стойкость готовой конструкции.

Применение золы-уноса в качестве добавки увеличивает срок эксплуатации гидротехнического сооружения, делая его более экономически выгодным.

Коррозия бетонных и железобетонных конструкций под действием морской воды является одной из важнейших проблем, связанных со строительством гидротехнических и подземных сооружений. Было проведено множество исследований и принято мер для повышения стойкости бетона под действием агрессивных сред. Но актуальность проблемы существует и продолжают вестись работы для нахождения более действенных способов для борьбы с коррозией.

Бетон – искусственный каменный строительный материал, полученный посредством формирования и затвердевания смеси, в состав которой входит вяжущее вещество, крупный и мелкий заполнители и вода. Один из наиболее распространенных видов данного

строительного материала является тяжелый бетон. Тяжёлые бетоны — группа бетонов с объёмной массой от 1800 до 2500 кг/м³. Они отличаются высокой удельной прочностью на сжатие, высокой плотностью, которая обусловлена как используемым наполнителем, так и значительным механическим уплотнением.

«Морская вода - это вода океанов и морей. Концентрация солей в Мировом океане составляет в среднем 3,47 % (34,7 ‰). Это означает, что в каждом литре морской воды растворено 35 граммов солей (преимущественно хлорида натрия)» [4].

Морская вода является слабощелочной, ее pH колеблется в пределах от 7,5 до 8,4. Такая вода обладает карбонатной буферной системой, это объясняет относительно высокую стабильность pH. Наибольшее значение pH у поверхности моря, с глубиной это значение несколько снижается.

Таблица 1. Химический состав морской воды

Химические элементы (по массе)			
Элемент	Процент	Элемент	Процентное содержание
Кислород	85,7	Сера	0,0885
Водород	10,8	Кальций	0,04
Хлор	1,9	Калий	0,0380
Натрий	1,05	Бром	0,0065
Магний	0,1350	Углерод	0,0026

Коррозия бетона в морской воде происходит под действием некоторых физических и химических процессов, которые оказывают неоднозначное влияние на свойства бетона. Так, одни из них могут являться конструктивными и приводят к повышению качества бетона, а другие же становятся причиной деструктивных процессов. То, как поведет себя бетон в морской воде, трудно предугадать, так как многие реакции при этом процессе протекают не в одинаковых условиях и полученные термодинамические результаты могут выступать лишь как оценочные данные.

Особенности процесса коррозии бетона под действием морской воды:

- среда обладает высокой агрессивностью (как сама вода, так и окружающая атмосфера);
- контактная коррозия металлов оказывает большое влияние;
- дополнительно влияет механический фактор (эрозия, кавитация);
- происходит биологическая коррозия, немалое влияние биологического фактора.

Химическое взаимодействие алюминатных минералов и сульфатов является очень негативным процессом. В результате этой реакции образуется несколько модификаций гидросульфалюмината. Самым опасным из которых, является этtringит ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot32\text{H}_2\text{O}$). Данная соль характеризуется тем, что по мере ее роста (увеличения кристаллов) образуются высокие напряжения внутри цементного камня, которые в свою очередь намного превышают прочностные характеристики бетона.

В армированных бетонных сооружениях происходит воздействие воды (агрессивной среды) не только на бетон, но и на железную арматуру. Это влияние приводит к образованию ржавчины на железе. Данный процесс сопровождается увеличением его объема, в результате чего защитный слой отходит и откалывается, открывая новые участки бетона и железа, которые подвергаются действию морской воды.



Рис. 1 . Последовательность развития коррозии бетона при действии морской воды:
 1- зона бетона, не затронутая коррозией; 2 - зона выщелачивания (коррозия I вида);
 3 - зона сульфатной коррозии (коррозия III вида);
 4 - зона магниальной коррозии (коррозия II -вида);
 5 - карбонизированный слой.

Тяжелые бетоны распространенный строительный материал в гидротехническом строительстве. Для повышения его коррозионной стойкости применяется пуццолановый и сульфатостойкий цемент. В качестве активной добавки использовали золу-унос. В докладах имеется множество результатов исследований на тему использования золы-унос в бетоне, в большинстве из которых исследователи сообщают, что зола-унос может оказывать положительное влияние на свойства бетонных смесей. Она повышает устойчивость бетона к проникновению хлорид-ионов, повышает сульфатостойкость, увеличивает количество циклов попеременного замерзания и оттаивания и т.д.

Было предпринято несколько попыток предсказать сульфотостойкость золы-уноса, основываясь на ее химическом составе. Среди ученых первым был Дунстан (1980-е годы) . Он предложил использовать такую величину как показатель относительной сульфатостойкости золы-уноса, названный "R". Значение "R" – это отношение оксида кальция к оксиду железа.

$$R = \frac{\%CaO - 5}{\%Fe_2O_3} = \frac{0.68 - 5}{6.06} = 0.73 < 1.5$$

При $R \leq 1,5$ сульфатостойкость увеличивается, при $R > 3$ сульфатостойкость уменьшается.

Исследования проводились с использованием стандартной методики ASTM C1012. Данное испытание дает возможность оценить влияние агрессивной среды на эксплуатационные характеристики бетонных изделий [6].

Таким образом, содержание золы-уноса в цементе значительно повышает коррозионную стойкость готового бетонного изделия , тем самым увеличивая долговечность гидротехнического сооружения. Также данная добавка снижает расход клинкера, что делает такой цемент экономически выгодным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалый Евгений Евгеньевич, Ким Лев Владимирович Хлоридная коррозия морского бетона // Вестник ИШ ДВФУ. 2018. №2 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hloridnaya-korroziya-morskogo-betona> (дата обращения: 28.02.2020).

2. *Баженов Ю. М.* Технология бетона: Учебник. Ю. М. Баженов – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 528 с., ил.
3. ГОСТ 4795-53 Бетон гидротехнический. Общие требования. –М.: Государственный Комитет Совета Министров Союза ССР по делам строительства, 01.04.1954. – 6 с.
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Морская_вода
5. *Овчинникова Татьяна Сергеевна, Маринин Александр Николаевич, Овчинников Игорь Георгиевич* Коррозия и антикоррозионная защита железобетонных мостовых конструкций // Вестник евразийской науки. 2014. №5 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korroziya-i-antikorrozionnaya-zaschita-zhelezobetonnyh-mostovyh-konstruktsiy> (дата обращения: 03.02.2020).
6. *ASTM C1012 / C1012M-18b, стандартный метод определения изменения длины Гидроцементных растворов, подвергаемых воздействию сульфатного раствора, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org* (дата обращения 03.02.2020)

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ОТХОДОВ СНОСА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ПЕРЕРАБОТАННОГО БЕТОНА

И.В. Комолева¹, О.А. Ларсен²

¹студентка, *i.komoleva@yandex.ru*

²научный руководитель, канд. техн. наук, доц., *larsen.oksana@mail.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

ВВЕДЕНИЕ

Проблема утилизации строительных отходов остро стоит во всем цивилизованном мире. С каждым годом из-за строительства инфраструктурных объектов в крупных городах увеличивается количество строительных отходов. В данном докладе был затронут вопрос о возможности использования в современном строительстве отходов строительства, полученного после сноса жилых домов, вошедших в программу реновации города Москвы и изучение влияния вторичных заполнителей на самоуплотняющийся и обычный бетон. Применение заполнителей из бетонного лома позволяют экономить содержание в бетоне природных заполнителей, сохраняя те же эксплуатационные свойства, и значительно сократить количество отходов, загрязняющих окружающую среду. В данной работе представлен краткий обзор переработки бетонных и железобетонных изделий и результаты испытаний по определению водопоглощения щебня и компонентный состав (количество растворной составляющей и гранулометрический состав), в том числе удельный вес, предположения о влиянии данных свойств на расход пластифицирующих добавок. Истинная плотность колеблется в пределах 2,6 - 2,77 г/см³, средняя плотность в таких - то пределах 1353-1401 кг/м³, водопоглощение 3,8%, растворная составляющая в зависимости от размера вторичного заполнителя 8,52%.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В 2017 году в городе Москва была введена программа реновации жилья, направленная на расселение и снос ветхого малоэтажного жилого фонда, построенного в 1957—1968 годах, и новое строительство на освободившейся территории.

После сноса одного пятиэтажного жилого дома из четырех подъездов получается около 10000 тонн отходов. В соответствии с этим возникает проблема утилизации и переработки отходов от сноса домов.[1] Одним из способов уменьшения этой проблемы является использование переработанных бетонных заполнителей в производстве бетона.[2]

Переработанные заполнители являются основным компонентом старого бетона, и операции по переработке имеют дополнительное преимущество - сокращения захоронения отходов.[4,5,7] Использование отходов для производства бетона включает в себя: разрушение, удаление и дробление существующего бетона, превращаясь в материал с заданными размерами и качеством.

Для того, чтобы быть снова использованным в производстве бетона, переработанные агрегаты должны быть практически свободны от загрязнений. Технология разделения материалов значительно эволюционировала в течение последних нескольких лет, и теперь может автоматически разделять все загрязняющие вещества – в основном из бумаги и картона, стекла, гипса, черных и цветных металлов, древесины и пластмасс - от крупного заполнителя.[1] Некоторые методы, такие как воздушное просеивание, вихретоковое магнитное разделение, разделение по сухой плотности и спирали, в настоящее время

применимы к переработке бетонных отходов, что позволяет превратить традиционно смешанные материалы в ценные продукты, приносящие важные экологические выгоды.[3]

Для переработки отходов бетона и железобетона используют дробильные установки, принцип действия которых достаточно прост. Отходы, поступающие в дробилку через приемочный бункер, пластинчатый транспортер, пост предварительной сортировки, измельчаются, а затем поступают в магнитный сепаратор для отделения металлических включений.[9] Полученная масса поступает на грохот и делится на определенные фракции.[3]

Вторичный щебень содержит значительное количество растворной составляющей.[10] Кроме того, контактная зона между исходным зерном щебня и раствором, являющаяся наименее прочным и наиболее пористым зерном в бетоне, значительно снижает физико-механические показатели такого щебня. Несмотря на данные недостатки и низкую морозостойкость, на вторичном щебне возможно получить материал с высокими прочностными показателями. [6,8] Переработка бетона важна, потому что это помогает содействовать устойчивому развитию, путем охраны природных ресурсов и сокращению масштабов уничтожения отходов от старого бетона.[7]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. БЕТОННЫЙ ЛОМ

В исследовании использовался бетонный лом, полученный в результате демонтажа внутренней стеновой панели 9BC1 московского жилого дома серии 1605-АМ-5 1961 г. Панель выпускалась габаритных размеров : 5600x2700x140 мм.

Исходный материал представлял собой фракцию щебня 5-10 мм, с прилипшим на ее поверхности раствором.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Водопоглощение полученного щебня определялось по ГОСТ 8269.0-97

Водопоглощение определяется путем сравнения массы образцов горной породы или проб щебня (гравия) в насыщенном водой состоянии и после высушивания.

Для проведения испытания мы использовали следующее оборудование: весы настольные циферблатные по ГОСТ 29329, шкаф сушильный, ёмкость для насыщения образцов водой, щетка металлическая.

Для определения водопоглощения щебня бетонолома было отобрано пять образцов произвольной формы размером от 5 до 10 мм. Образцы были очищены металлической щеткой от рыхлых частиц и пыли и высушены до постоянной массы.



Рис. 1. Пробы щебня после отбора и сушки

Образцы щебня уложили в емкость с водой комнатной температуры так, что уровень воды в емкости находится выше верха пробы щебня более чем на 20 мм. В таком положении образцы или пробу выдерживали в течение 48 ч, после чего их вынули из емкости, удалили влагу с поверхности отжатой влажной мягкой тканью и каждую пробу взвесили.



Рис. 2. Масса пробы в сухом состоянии



Рис. 3. Масса пробы в насыщенном водой состоянии.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ДРОБЛЕННОГО БЕТОНА

При проведении эксперимента по определению компонентов в зернах различных фракций дробленого бетона использовался количественный анализ бетона с определением цемента по разности (ситовой метод).

Проба, содержащая куски дробленого бетона определенной фракций, подвергалась обжигу до 400° в течении 4 ч. Затем при механическом разрушении отделяли гранулы исходного крупного заполнителя. Крупный заполнитель тщательно просматривали и замеченные при этом кусочки прилипшего раствора осторожно удаляли вручную шпателем. Бетон распадается на составные части, чему способствует легкое постукивание и разминание кусков в чашке резиновым или деревянным пестиком. Далее материал пропускаем через сито с отверстиями 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм. Остаток на сите взвешивали и получали массу крупного заполнителя. Масса материала, прошедшего через сито, и присоединенная к ней

часть налипшего раствора, представляла собой растворную часть бетона. Материал, прошедший сито $\varnothing 0,16$ мм можно считать компонентом растворной части – вяжущим веществом.



Рис.4 Масса материала до и после прокаливания



Рис. 5. Масса материала до и после прокаливания

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ

Водопоглощение $W_{\text{погл}}$, % по массе определили по формуле в соответствии с ГОСТ 8269.0-97:

$$W_{\text{погл}} = \frac{m_1 - m}{m} * 100\%; \quad (1)$$

где m_1 , m – масса пробы в насыщенном водой и сухом состоянии, г .

$$W_{\text{погл}} = \frac{4,61 - 4,44}{4,44} * 100\% = 3,8\%. \quad (2)$$

Высокий уровень водопоглощения крупного заполнителя в дальнейшем влияет на сохраняемость бетонной смеси, снижается водоцементное отношение. Теряется подвижность во время насыщения бетонного лома внутри бетонной смеси, в соответствии с этим, меняется дозировка пластификатора.

2. КОМПОНЕНТЫ ДРОБЛЕННОГО БЕТОНА

Масса исходного материала до прокаливания составила 434 г. После прокаливании масса материала составила 411 г. В **процессе прокаливании** щебень потерял 2% влажности.

Гранулометрический состав щебня определялся в соответствии с ГОСТ 8269.0-97

Таблица 1. Гранулометрический состав полученного щебня из бетонного лома фр. 5-10 мм

Размер ячейки сита, мм	Частные остатки, г	Частные остатки, %	Полные остатки, %
5	247	60.10	60.10
2.5	37	9.00	69.10
1.25	23	5.60	74.70
0.63	19	4.62	79.32
0.315	23	5.60	84.91
0.16	27	6.57	91.48
>0.16	35	8.52	100.00
	411	100	
			4,00

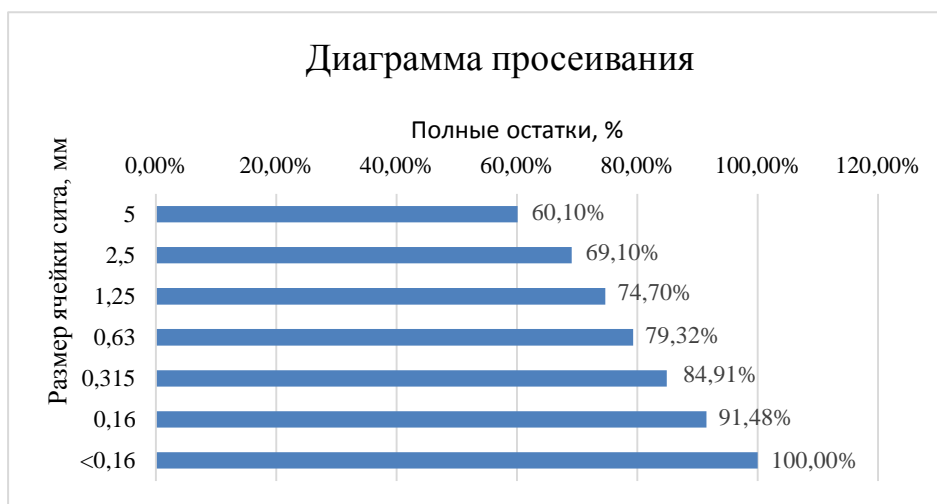


Рис.6. Диаграмма просеивания щебня из бетонного лома фр. 5-10 мм

В результате проведенного испытания было установлено, что растворная часть бетона составляет 8,52 %. В бетонном ломе степень гидратации достигает 90%. Активная часть растворного компонента при помоле может повлиять на расход добавок, а именно увеличить расход пластификатора. Таким образом, можно сделать вывод о том, что пониженное содержание вяжущего вещества во вторичном бетоне не влияет на ход реакции при изготовлении новых изделий.

ВЫВОДЫ

Заполнители из бетонного лома отличаются от исходных заполнителей и уступают им по качеству: у них отмечаются более низкая плотность и более высокое водопоглощение. Но по данным японских исследований использование вторичного заполнителя из бетона в смеси с природным заполнителем в количестве до 30% не снижает показателей свойств бетонов.

Исследования рационального применения щебня из бетона, проведенные в России показали, что введение щебня из бетона в смесь заполнителей в количестве до 30% от массы крупного заполнителя из известняковых пород позволяет получать бетоны с прочностью до 35-38 МПа практически при одинаковом расходе цемента на 1 м³ бетона по сравнению с бетоном на карбонатном заполнителе.

Анализ экспериментальных данных, показывает, что применение дробленого бетона в качестве крупного заполнителя очень эффективно, по сравнению с мелким заполнителем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *A. Coelho and J. De Brito* «Preparation of concrete aggregates from construction and demolition waste (CDW)» // Woodhead Publishing Limited. 2013. № 9. Pp. 210-245;
2. *M. Martin-Morales, M. Zamorano, I. Valderde-Palacios, G. M. Cuenca-Moyano and Z. Sanchez-Roldan* «Quality control of recycled aggregates (RAs) from construction and demolition waste (CDW)» // Woodhead Publishing Limited. 2013. №11. Pp. 270-303;
3. *A. Akbarnezhad and K. C. G. Ong* «Separation processes to improve the quality of recycled concrete aggregates (RCA)» // Woodhead Publishing Limited. 2013. №10. Pp. 246-269;
4. *N. Singh, S.P. Singh* «Carbonation and electrical resistance of self compacting concrete made with recycled concrete aggregates and metakaolin» // Construction and Building Materials. 2016. № 121. Pp. 400-411;
5. *K. Kapoor M.E., R. Scholar, S.P. Singh Ph.D., B. Singh Ph.D.* «Durability of self-compacting concrete made with Recycled Concrete Aggregates and mineral admixtures» // Construction and Building Materials. 2016. № 128. Pp. 67-76;
6. *N. Singh M.E., S.P. Singh Ph.D.* «Carbonation resistance and microstructural analysis of Low and High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete containing Recycled Concrete Aggregates» // Construction and Building Materials. 2016. № 127. Pp. 828-842;
7. *L. Señas, C. Priano, S. Marfil* «Influence of recycled aggregates on properties of self-consolidating Concretes» // Construction and Building Materials. 2017. № 157. Pp. 498-505;
8. *S. Manzi, C. Mazzotti, M. C. Bigozzi* «Self-compacting concrete with recycled concrete aggregate: Study of the long-term properties» // Construction and Building Materials. 2016. № 121. Pp. 582-590;
9. *J. Junak, A. Sicakova* «Concrete containing recycled concrete aggregate with modified Surface» // ScienceDirect. 2017. № 180. Pp. 1284-1291
10. *T. Li, J. Xiao, C. Zhu* «Hydration process modeling of ITZ between new and old cement paste» // Construction and Building Materials. 2016. № 109. Pp. 120-127;
11. *M. S. de Juan, P. A. Gutierrez* «Study on the influence of attached mortar content on the properties of recycled concrete aggregate» // Construction and Building Materials. 2009. № 23. Pp. 872-877.

ТОНКОСЛОЙНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ: АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ

И.О. Рябчикова¹, М.С. Тремаскина², А.П. Гулак³, Н.Н. Фомина⁴

¹ студентка, ryabchikova.ir@gmail.com

² студентка, marina-tremaskina17@rambler.ru

³ студент, gulak-oz@mail.ru

⁴ научный руководитель, канд. техн. наук, доц.

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Аннотация

Предмет исследования: составы композиций и теплотехнические свойства тонкослойных окрасочных теплоизоляционных покрытий.

Цели: поиск альтернативных вариантов теплоизоляционных материалов, а именно, вариантов окрасочной теплоизоляции, и анализ ее эффективности.

Материалы и методы: аналитический обзор современной научно-исследовательской информации; статистическая обработка и обобщение экспериментальных данных, представленных в цитируемой литературе.

Результаты: В ряде исследований теплотехнических свойств окрасочной теплоизоляции ставится под сомнение ее эффективность, в большей части исследований - обосновывается целесообразность применения такой теплоизоляции, с рядом ограничений. Условное усредненное значение коэффициента теплопроводности по экспериментальным данным всех процитированных работ составляет 0,055 Вт/(м²·°С), что находится на уровне не ниже такового для традиционных теплоизоляционных материалов.

Выводы: Очевидна некорректность предоставления технической информации о коэффициенте теплопроводности окрасочной теплоизоляции продвигающими её компаниями. Такая изоляция эффективна в тех случаях, когда велика лучистая составляющая теплопередачи. Если преобладает передача тепла теплопроводностью, требуется многослойное нанесение для обеспечения необходимого термического сопротивления. Перспективна разработка окрасочных составов декоративно-защитного назначения, с введением в состав мелкодисперсных полых наполнителей, что позволит получать фактурные покрытия и поддерживать теплоизоляционный эффект традиционной теплоизоляции.

ВВЕДЕНИЕ

Территория России характеризуется суровым климатом. Затраты на отопление в России в 5-7 больше, чем в Европе, т.к. отопительный сезон длится более 200 суток, а среднегодовая температура – отрицательная (-5 °С). Это приводит к колоссальным затратам на теплоснабжение. Причем потери тепла при подаче теплоносителя, а также из домов и других помещений очень большие - свыше 60%. В связи с постоянно растущими тарифами на энергоносители в последние 20-25 лет резко возросла потребность в теплоизоляционных материалах. Классическая теплоизоляция на основе минеральной или стеклянной ваты, а также на основе пенополистирола эффективна с теплотехнической точки зрения, но имеет свои недостатки.

Изделия из минеральной ваты занимают большую долю рынка теплоизоляционных материалов. Минеральная вата состоит из стекловидных волокон, неволоконистых включений в виде капель затвердевшего расплава и микроскопических обломков волокон. К преимуществам минеральной ваты следует отнести низкую теплопроводность (0,036-0,038 Вт/(м²·°С) по ГОСТ 4640), огнестойкость, стойкость к биоповреждениям. К недостаткам

изделий из минеральной ваты относится малая прочность на сжатие при 10%-ой деформации (до 0,03 МПа по ГОСТ 4640), снижение теплоизолирующих свойств при попадании в материал влаги, необходимость устройства гидроизоляционной пленки при монтаже. При эксплуатации минераловатных плит в системах вентилируемых фасадов потери массы могут достигать 19% для плит плотностью 74 кг/м³, и более 3% – для плит плотностью 156 кг/м³ [1]. Для защиты теплоизоляционного слоя от атмосферных и внешних механических воздействий используют защитные покрытия, что увеличивает итоговую стоимость.

Преимуществами теплоизоляции на основе пенополистирола являются низкие плотность (10-35 кг/м³ по ГОСТ 15588), теплопроводность (0,03-0,35 Вт/(м°С) по ГОСТ 15588), водопоглощение (до 4% по ГОСТ 15588, до 3% по ГОСТ 32310). Основным недостатком пенополистирола является его горючесть с выделением токсичных веществ.

Также на рынке строительных материалов существует пенополиуретановая изоляция в виде скорлуп либо напыляемая. Минусами такой теплоизоляции является ее высокая стоимость и низкая температура применения [2,3].

Монтаж большинства традиционных теплоизоляционных изделий возможен лишь многоступенчато, с применением систем крепежа, профилей, клеев и отделочных слоев.

Поэтому цель настоящей работы заключалась в поиске альтернативных вариантов теплоизоляции и анализе ее эффективности.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Известен положительный опыт применения сухих строительных смесей для отделочных работ - это достаточно удобные в применении составы. Но теплоизоляционные растворы на основе сухих смесей наносятся очень толстыми слоями, от 5-10 см [4,5] и более, повышая трудоемкость проведения работ.

В последние десятилетия набрала популярность известная жидкая окрасочная теплоизоляция на основе различных видов полимерных связующих, создаваемая с использованием стеклянных или керамических полых микросфер, содержание которых достигает 80% от общего объема [6,7,8,9]. Разработки по созданию таких продуктов начались еще в 1970 х годах в США и СССР в рамках программы освоения космоса. Предполагалось, что разработанные материалы будут являться альтернативой керамическим пластинам и будут использоваться для покрытия поверхности космических кораблей многоразового использования. После прохождения процедуры сертификации в 2000 году первый жидкий теплоизоляционный материал (Thermal-Coat) стал завоёвывать рынки [10].

В настоящее время в России рынок окрасочной теплоизоляции представлен такими производителями, как: Астратек [6], Re-Therm [7], Изоллат [8], Корунд [9], Альфатек [11], Магнитерм [12]. Сравнение свойств окрасочной теплоизоляции по данным производителей представлено в табл. 1.

Таблица 1. Свойства окрасочной теплоизоляции разных производителей

Заявляемые свойства	Название бренда окрасочной теплоизоляции					
	Re-Therm	Корунд	Астратек	Изоллат	Альфатек	Магнитерм
Адгезия к бетонной поверхности, МПа, не менее	1	-	0,8	1	1,24	-
Коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м°С)	0,0011	0,0010	0,032	0,0020-0,0050	-	0,001

То же, покрытия, Вт/(м ² С)	-	-	0,0012	-	0,0011-0,0015	-
Плотность, кг/м ³	509	-	571	500-600	500-600	500-800
Стоимость, руб. за литр (на 2019 год)	413	500	415	420	360	350

В работах, посвященных разработке и изучению теплоизоляционных свойств окрасочной теплоизоляции, исследователи не приходят к однозначному мнению. Есть работы от явно критических, например, [13], где ставится под сомнение эффективность окрасочной теплоизоляции разных производителей, до работ, в которых обосновывается эффективность и целесообразность применения такой теплоизоляции [14,15,16,17,18 и др.].

В ряде исследований приводятся экспериментальные данные по определению коэффициента теплопроводности (эффективной теплопроводности по ГОСТ 7079) тонкослойных теплоизоляционных покрытий. Так, по данным [19], среднее значение коэффициента теплопроводности покрытия, полученного из термокраски «Изоллат-02», составило 0,057 Вт/(м²С), а из краски Mascoat - 0,069 Вт/(м²С). Исследования проводились на образцах толщиной 7,5 мм.

В [20] получены коэффициенты теплопроводности двух образцов теплоизоляционной краски, которые составили 0,1269 Вт/(м²С) и 0,0781 Вт/(м²С). Исследования проводились на образцах толщиной 5 мм.

Коллективом Саранских исследователей в [17] получены значения коэффициента теплопроводности для покрытия из теплоизоляции «Корунд», который составил 0,0546 Вт/(м²С), из теплоизоляции «Изоллат» - 0,0713 Вт/(м²С). В [21] ими предложено адаптировать стандартную методику определения коэффициента теплопроводности для испытания тонкослойных теплоизоляционных покрытий. Показана чувствительность методики к толщине испытуемого покрытия, получены значения коэффициента теплопроводности в интервале от 0,0358 до 0,0739 Вт/(м²С), для образцов с толщиной от 1 до 6 мм. В [16] приведены результаты их собственных разработок - композиции для теплоизоляционного покрытия на основе акриловой дисперсии, микросфер, диатомита, белой сажи, загустителя, с коэффициентом теплопроводности менее 0,07 Вт/(м²С).

В [15] определялся коэффициент теплопроводности по адаптированной методике, в которой за основу взята методика по ГОСТ 7076, с заменой тепломера на слой материала с известной теплопроводностью. Коэффициенты теплопроводности для двух образцов теплоизоляционного покрытия известных брендов составили 0,086 Вт/(м²С) и 0,091 Вт/(м²С). Исследования проводились на образцах толщиной 0,5 мм.

В работе [22] предложено специальное устройство для контроля теплозащитных свойств тонких материалов и описана его конструкция и принцип действия. В результате авторами получены значения коэффициента теплопроводности образцов из краски «Superthermo» в диапазоне 0,05...0,09 Вт/(м²С). Исследования проводились на образцах толщиной 2 мм.

В работе [18] стандартная методика измерения теплопроводности теплоизоляционных материалов также адаптирована под исследования тонкослойной теплоизоляции. Исследования проводились на установках методом упорядоченного теплового режима и методом неразрушающего. Получены значения коэффициента теплопроводности для покрытия из теплоизоляции «Астротек» в интервале 0,024...0,061 Вт/(м²С). Исследования проводились на образцах толщиной 6-8 мм, путем последовательного нанесения нескольких слоев изоляции друг на друга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Произведена статистическая обработка и обобщение экспериментальных данных, представленных в цитируемой литературе, по определению коэффициента теплопроводности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ результатов, полученных в выше процитированных работах, показывает, что коэффициент теплопроводности тонкослойных теплоизоляционных покрытий находится на уровне не ниже такового для традиционных теплоизоляционных материалов. Условное усредненное значение по экспериментальным данным всех процитированных работ составляет 0,055 Вт/(м°С).

Таким образом, очевидна некорректность предоставления технической информации о коэффициенте теплопроводности окрасочной теплоизоляции продвигающими её компаниями (см. табл. 1). Учитывая высокую отражающую способность микросфер, как это позиционируют производители окрасочной теплоизоляции, вполне возможно, что в расчет берется результирующий тепловой поток (по аналогии с методиками ГОСТ 56734). Но и в этом случае заявляемые очень высокие теплотехнические характеристики необходимо подтверждать расчетами и экспериментами.

ВЫВОДЫ

Тонкослойная окрасочная теплоизоляция эффективна в тех случаях, когда велика лучистая составляющая теплопередачи, как изоляция от перегрева на солнце оборудования и аппаратуры со снижением энергозатрат на их охлаждение; изоляция сильно нагретых поверхностей с предотвращением ожогов персонала и т.п. В тех случаях, когда преобладает передача тепла теплопроводностью (например, стеновые ограждения зданий), окрасочная теплоизоляция неэффективна, т.к. потребуется многослойное нанесение для обеспечения необходимого термического сопротивления.

Саму идею получения окрасочной теплоизоляции, на наш взгляд, можно спроецировать в разработку окрасочных составов декоративно-защитного назначения, с введением в состав пористых заполнителей, аналогичных микросферам, но более доступных (например, алюмосиликатных микросфер, образующихся при высокотемпературном факельном сжигании угля). Введение такого заполнителя в краски позволит получать фактурные покрытия и в определенной степени будет поддерживать теплоизоляционный эффект традиционной теплоизоляции (например, в многослойных системах «мокрых» фасадов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Б.В. Потеря массы минераловатных плит в условиях эксплуатационных воздействий / Б.В. Гусев, В.А. Езерский, П.В. Монастырёв // Кровельные и изоляционные материалы. – 2005. – №2. – С. 48-49.
2. Шиян Е.И. Состояние и тенденции рынка теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс] / Е.И. Шиян, К.К. Торопова // Экономика и социум. – 2015. – №1-4(14). – 1355-1358.
3. Коновалова В.А. Потенциал применения минеральных добавок в технологии пенобетона / В.А. Коновалова, Н.А. Козлов, Е.А. Шошин // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. – 2019. – №11. – С. 247-251.
4. Тепло и звукоизоляционная штукатурка IVSIL. URL: <https://ivsil.ru/products/1> (дата обращения 08.12.2019).
5. Штукатурка цементная фасадная, трещиностойкая Кнауф-Грюнбанд. URL: <https://www.knauf.ru/catalog/find-products-and-systems/knauf-grjunband.html> (дата обращения 08.12.2019).

6. Жидкая теплоизоляция. Теплоизоляционные покрытия Астротек. URL: <https://astratek.ru/> (дата обращения: 13.11.2019).
7. Теплоизоляция Re-Therm. URL: <http://www.re-therm.ru/> (дата обращения: 15.11.2019).
8. Теплоизоляция Изоллат. URL: <http://www.isollat.ru/catalog/> (дата обращения: 15.11.2019).
9. Корунд теплоизоляция-жидкая теплоизоляция. URL: <https://korundteploizolyaciya.ru/> (дата обращения: 13.11.2019).
10. *Дружинина Т.Я.* Актуальность применения жидкой сверхтонкой теплоизоляции в строительстве и эксплуатации промышленных и гражданских объектов / *Т.Я. Дружинина, А.А. Копылова* // Вестник ИРГТУ. – 2013. – №2 (73). – С. 101-104.
11. Жидкая керамическая теплоизоляция Альфатек. URL: <http://alfatec.ru/> (дата обращения: 01.03.2020).
12. Жидкая теплоизоляция Магнитерм. URL: <https://magniterm.ru/> (дата обращения: 01.03.2020).
13. *Корельштейн Л.Б.* Жидкая теплоизоляция — мнимая эффективность // CADmaster. – 2011. – №3. – С. 16-18.
14. *Иващенко Ю.Г.* Разработка состава легкого бетона на основе пористого силикатнатриевого заполнителя / *Ю.Г. Иващенко, И.Л. Павлова, М.П. Кочергина* // Сб. трудов Всеросс. науч.-техн. конф. «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций». Отв. ред. А.Л. Лазарев. - Саранск. Изд-во: Изд-во Мордов. ун-та. – 2019. – С. 95-100.
15. *Анисимов М.В.* Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности сверхтонких жидких композиционных теплоизолирующих покрытий / *М.В. Анисимов, В.С. Рекунов* // Известия ТПУ. – 2015. – №9. – С. 15-22.
16. *Низина Т.А.* Влияние обжига диатомита на теплофизические характеристики жидких теплоизоляционных покрытий / *Т.А. Низина, А.Е. Инин, В.А. Неверов* // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2016. – № 1 (685). – С. 24-30.
17. *Низина Т.А.* Разработка жидких энергосберегающих покрытий на основе местных минеральных наполнителей / *Т.А. Низина, А.Е. Инин* // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы Всерос. научн-техн. конф. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. – 2014. – С. 89-94.
18. *Таранов В.Ф.* Определение теплофизических характеристик жидкой теплоизоляции нестационарными методами / *В.Ф. Таранов, Е.Н. Воробьев, А.В. Ковылин, В.М. Фокин* // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2010. – №3(13).
19. *Байков И.Р.* Исследование свойств жидких керамических теплоизоляционных материалов / *И.Р. Байков, О.В. Смородова, С.В. Китаев* // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 5. – С. 106–121.
20. *Иванов И.Е.* Экспериментальные исследования эффективности жидкой теплоизоляции по ГОСТ 7076-99 // Наука и инновации в XXI веке: сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: Наука и просвещение. – 2017. – Ч. 1. – С. 41–50.
21. *Низина Т.А.* Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности жидкой теплоизоляции с учетом количества слоев и толщины покрытий / *Т.А. Низина, В.П. Селяев, А.Е. Инин* // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. – №6. –С. 6-11.
22. *Декуша Л.В.* О реальных физических свойствах и возможностях теплоизолирующих красок / *Л.В. Декуша, Т.Г. Грищенко, Л.И. Воробьев* // Промышленная теплотехника. – 2006. – № 5. – С. 93-96.

СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Н.А. Черняк¹, Е.Н. Покровская²

¹студентка, *natachacherniak1999@gmail.com*

²научный руководитель, д-р техн. наук, проф., *elenapokrovskaya@bk.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

В настоящее время начинает развиваться высотное деревянное домостроение. Развитию этой отрасли препятствует нормативная база, не позволяющая использовать большие объёмы древесины, так как древесина – это пожароопасный материал. Для решения этой проблемы исследуются различные методы огнезащиты древесины. Наиболее распространённым способом огнезащиты является нанесение антипиренов на поверхность конструкции. Данная методика больше подходит для обеспечения огнезащитой крупномасштабных конструкций. Для малых конструкций целесообразнее использовать механическое модифицирование древесины, так как эта методика позволяет не только обеспечить огнестойкость материала, но и изменить физические свойства, что позволяет использовать в строительстве более дешёвые породы древесины. Так же немаловажным плюсом механического модифицирования является изменение декоративных свойств материала, а именно выборочное окрашивание сосудов и капилляров.

ВВЕДЕНИЕ

Древесина является уникальным строительным материалом, который обладающим рядом преимуществ перед другими материалами, а именно возможностью создания из древесины конструкций различной формы, возобновляемостью, низкой теплопроводностью, устойчивостью к кислотам при нормальной температуре. Эти показатели позволяют увеличивать объёмы деревянного домостроения. Однако несмотря на положительные качества, у данного материала есть недостатки: подверженность грибковым поражениям, высокая пожароопасность. Для их устранения используются различные методы модифицирования древесины, в частности механическое модифицирование.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Наиболее глубоким изучением изменения свойств древесины в результате прессования занимается В.А. Шамаев. В его трудах [1] подробно описывает процессы, происходящие в материале при разной степени прессования и после снятия нагрузки. Также он рассматривает химико-механическое модифицирование не только для изменения физических, но и декоративных свойств материала. Однако в своих работах Шамаев ограничивает круг использования прессованной древесины и не рассматривает ее при возведении высотных домов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследования необходимы образцы древесины, квадратной формы, со стороной 3 мм и толщиной 0,03мм. Прессование происходит в микропресформе, состоящей из двух стекол толщиной 0,1 мм и стальной прокладки толщиной 0,03 мм, она приклеивается к

одному из стекол. Пресс-форму устанавливают в аппарат. Изменение структуры испытываемого образца изучается при помощи микроскопа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При радиальном прессовании древесины крупные сосуды теряют устойчивость и деформируются на 20% от первоначального состояния. При этом небольшие сосуды практически не подвержены деформации, сердцевинные лучи меняют свою форму вблизи деформированных сосудов.

При радиальном сжатии образца до 30% крупные сосуды сжимаются, начинают деформироваться мелкие сосуды. При сжатии около 35% от исходного образца наблюдается явно выраженный скачок деформации, в результате которого сминаются стенки сосудов. После сжатия материала до степени 50% крупные сосуды значительно деформируются и напоминают узкие щели. После распрессовки на срезах образца наблюдаются разрывы в местах, где скапливаются сосуды. При прессовании в тангенциальном направлении нет выраженного скачка деформации и нет смятия клеток либриформа.

При прессовании аналогичного образца, в тангенциальном направлении наблюдается меньше количество разрывов, чем в радиальном. Серцевинные лучи слегка изгибаются с изменением формы сосудов. Нет характерного скачка деформации (Рис. 1.).

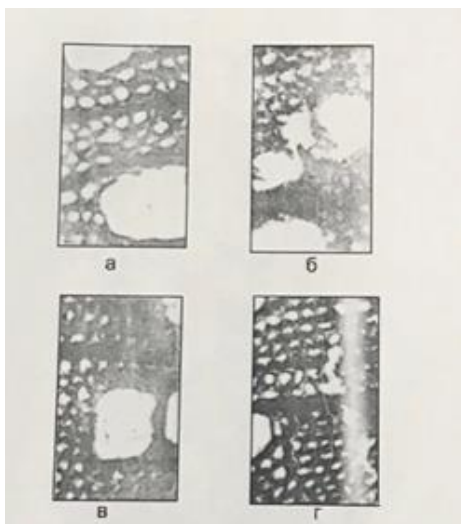


Рис. 1. Срез пропаренной древесины березы радиального сжатия степень прессования: а – 20%, б – 40%, в – 50%, г - после распрессовки.

Для более эффективного модифицирования предварительно древесину пропаривают по способу Хухрянского. При сжатии в радиальном направлении при степени прессования от 10 до 20% расщепляются срез на отдельные элементы, которые по мере увеличения степени прессования уплотняются. В начале разрушаются стенки наиболее крупных сосудов, в местах их наибольшего скопления (рис. 2.).

При тангенциальном прессовании древесины до 40% деформируются сосуды и клетки либриформа и гофрировка сердцевинных лучей. При прессовании до 50% полностью исчезают полости крупных сосудов. После снятия нагрузки на образце наблюдаются ярко выраженные разрывы. При тангенциальном прессовании обработанной по методу Хухрянского древесины не наблюдаются разрушения, которые присутствуют при радиальном сжатии. Стенки сосудов устойчивее к разрушению, а деформирования схоже с деформированием не пропаренной древесины.

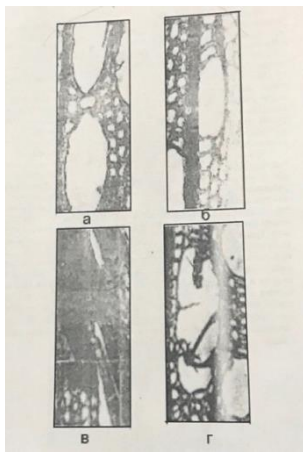


Рис. 2. Срез натуральной древесины березы тангенциального сжатия степень прессования: а – 20%, б – 40%, в – 50%, г - после распрессовки.

При радиальном прессовании образцов, пластифицированных карбамидом при прессовании на 20%, практически не наблюдаются изменения, но при 40% уменьшаются плоскости сосудов при сохранении ими овальной формы. После снятия нагрузки присутствует незначительное количество разрывов в местах скопления сосудов.

При тангенциальном прессовании происходит уменьшение полостей сосудов и клеток либриформа, уменьшением сечения полостей при сохранении формы. После снятия нагрузки древесина возвращается к исходному состоянию, трещин и разрывов не наблюдается.

Исследования В.А. Шамаева показывают, что после модифицирования образцов из березы в 2 раза снижается водопоглощение, а при введении добавок этот показатель снижается до 10 раз. При сжатии материала предел прочности увеличивается до 2 раз. Таким образом при плотности древесины 1000 кг/м^3 она имеет приведённую прочность 100-106 Мпа. Эти данные позволяют говорить о том, что механическое модифицирование позволяет применять более дешёвые породы древесины, что помимо снижения риска возникновения пожара позволит сократить расходы.

ВЫВОДЫ

Механическое модифицирование позволяет создать уникальный по характеристикам материал, который можно использовать при возведении высотных деревянных домов, при этом не нарушать существующую нормативную базу. Необходимо проводить исследования в этой области и дополнять уже существующие данные, так как на данный момент в нашей стране запрещено возведение деревянных домов этажностью свыше трех этажей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамаев В.А. Химико – механическое модифицирование древесины.- Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2003.- С. 7 - 29
2. Модифицирование древесины с целью улучшения ее механических свойств/Огарков Б. И., Огарков В.Б., Русских Ю.А.// Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей промышленности. - 1989.- С.- 132 – 133
3. Неравномерное уплотнение древесины при изготовлении шпал/Томин А.А., Сидельников А.И., Шамаев В.А. // Технологии и оборудование деревопереработки в 21 веке.-2001.-171-172
4. Игнатович Л.В., Утгоф С.С. Особенности структурных изменений при термомеханическом модифицировании древесины сосны и ольхи.-2016. -№2(184).-С. 192-195
5. Перспектива в направлении модифицирования древесины/Кулешов.А.А., Никулина Н.С., Медведев И.Н., Шамаев В.А. //Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.-2017.-Т.1.-С. 491-494

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТУБОВ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ ОЗЕР

Е.А. Щевелева¹, С.Е. Алексеева²

¹студентка *liza0111@list.ru*

²научный руководитель, канд. техн. наук, доц.

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

Представляется ход проведения работ и технологические решения в нем. В ходе работы рассматривались различные методы обезвоживания ила, были выявлены и проанализированы основные недостатки и достоинства каждого из них. В ходе строительства применялись геотекстильные контейнеры Геотубы, которые являются предпочтительными в районах в плотной городской застройкой и при жесточённых условиях работы, связанных с расположением объекта в регионе континентального климата. Представляются произведенные проекты и другие возможности применения контейнеров в различных применениях.

ВВЕДЕНИЕ

Запасы воды кажутся бесконечными, ведь она порывает 2/3 земной поверхности. О нее зависит жизнь живых существ, начиная от микроорганизмов и заканчивая крупнейшими млекопитающими. Одна из значимых проблем экологии это уничтожение и загрязнение водоемов. Особую роль носят водоемы находящиеся в пределах городской черты. Многим может казаться, что очистка озер от загрязнений не нужна. Это связано с растворенными и скрытыми загрязнениями. Периодическое попадание в водные объекты техногенных продуктов жизнедеятельности и других загрязнений может сказаться пагубными последствиями для окружающей среды, рост болезнетворных бактерий, недостаток кислорода в воде, и как итог гибель рыбы, неотъемлемого жителя водоема.

В условиях проекта производился анализ проведенных работ по очистке и удалению донных отложений из озера Комсомольское в целях исключения его дальнейшей потери, возможность использования полученного осадка в целях облагораживания территории и создания парковой зоны возле водоема.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассматриваются различные способы очистки водоемов связи с разнообразием загрязнителей. Как правило используются :

- Механический (очистка при помощи земснаряда)
- Химический (путем применения реагентов, что дает возможность вернуть химический состав воды к нормальным показателям)
- Биологический (посредством приведением к норме биогенных веществ)

Если более подробно рассматривать механический способ, то можно привести в пример. Проект по очистке озера Комсомольское расположенного в городе Нижневартовск, ХМАО. Очистка озера являлась важной задачей для города, для исключения его дальнейшей потери и этот проект по очистке начал развитие в 2009 году. Финансирование осуществлялось за счет федерального бюджета.

Следует отметить, что город находится в зоне континентального климата, с характерными ему длинной зимой и коротким летом. Это усложняло проект.

Водоем глубиной до 2,4 метра расположен в центре города. Озеро верховое бессточное. Ранее, более 20 лет назад, оно находилось в заболоченной низине, приток воды был одновременно со всех сторон и площадь водосбора составляла 9,0 км². При строительстве города Нижневартовска участки вокруг озера повышались и постепенно застраивались, что привело к уменьшению водосбора. Местность пологая равнина с заболоченной местностью. Около озера имеется невысокий лес, сухостой сосны и песчаные берега. Строительство велось 17 месяцев [1].

Расчистка озера производилась малогабаритным дреджером с высокоспециализированной рабочей оснасткой и мобильным пульпопроводом, который относится к современным видам санации водных объектов от неконсолидированных донных отложений (дреджером LWT MudCad727). Основными преимуществами современных дреджеров являются:

- высокая точность работ;
 - рентабельность капиталовложений в оборудование;
 - малая трудоемкость и высокое качество разработки донных илов и грунтов;
 - возможность автоматизации всего процесса разработки и подачи пульпы на обезвоживание с устойчивой концентрацией твердой фазы и объемным расходом;
 - малые затраты времени на проведение монтажных работ и других подготовительных операций;
 - низкое энергопотребление относительно земснарядов типовой конструкции.
- Неизбежным недостатком технологий с использованием транспортирующей функции воды является сезонность применения, особенно в районах с суровым климатом.

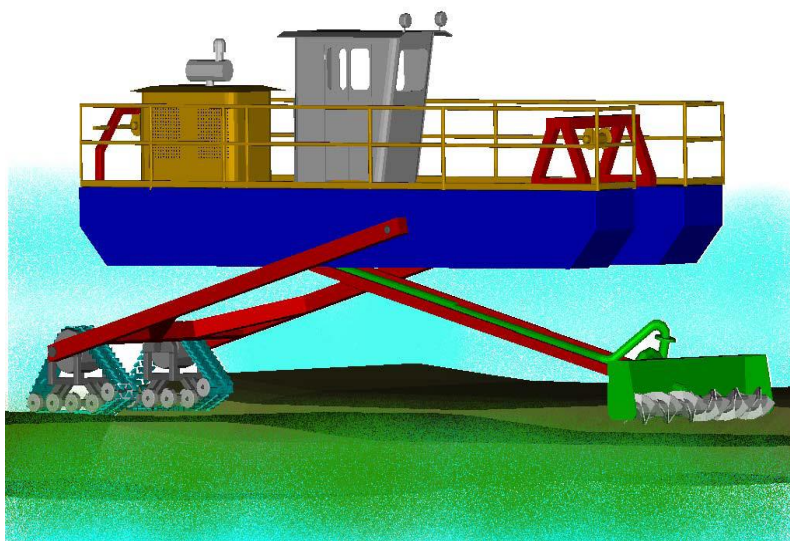


Рис.1. Принципиальная конструкция дреджера LWT MudCad727

Исходя из данных инженерных изысканий суммарный объем донных отложений, подлежащих удалению и обезвоживанию, составлял 121,6 тыс.м³ со средневзвешенной влажностью 84%. Все 100% разработанных донных отложений должны были утилизироваться при технической рекультивации территории.

Принципиальная схема обработки откачиваемых донных отложений представлена на рис. 1.

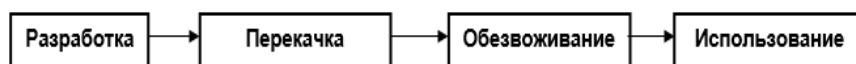


Рис.2. Принципиальная схема обработки откачиваемых донных отложений

Рассматривались различные варианты для обезвоживания пульпы:

1) вывозить жидкий ил, влажностью не ниже 90% (т.е. перевозить 90% воды);

2) применять интенсивные методы обезвоживания для получения грунтов плотной консистенции с влажностью 60% - 65%.

Сравнение возможных интенсивных методов обезвоживания пульпы методом экспертных оценок приведено в табл.1. В качестве методов обезвоживания наряду с оборудованием для механического обезвоживания осадков рассматривалось и применение геотубов. Геотубы – это контейнеры для обезвоживания различных водных суспензий. Они изготавливаются из фильтрующего геотекстиля по уникальной технологии, разработанной голландской компанией. Материал контейнеров не реагирует со щелочами и кислотами [2].

Принцип работы геотуба.

Наполнение:

- Наполнение взвесью шлама
- Труба должна быть достаточно прочной, чтобы выдержать давление

Обезвоживание:

- Фильтрация свободной воды через стенки контейнера
- Значительное уменьшение объема

Консолидация:

- Выход поровой воды через стенки
- Сушка удержанного осадка

До окончательной консолидации может проводиться несколько сессий «наполнения-обезвоживания».

Таблица 1. Сравнение различных методов для обезвоживания осадка

Сравниваемые показатели	Центрифуги	Ленточные прессы	Фильтр прессы	Геотубы
Потребление энергии	-	-	-	+ -
Контроль оператора	-	-	-	+
Емкость	-	-	-	-
Продолжительность обезвоживания	+	+	+	-
Размер участка	+	+	+	-
Эксплуатационные затраты	-	-	-	+
Удержание частиц	-	-	-	-
Время простоя	-	-	-	+
Непосредственный контакт с осадком	-	-	-	-
Запах	-	-	-	-
Сложность системы	-	-	-	+
Шум	-	-	-	+

Эффективность задержания твердого осадка	-	-	-	-
Опыт применения	+	+	+	-
Вывод:	+	3	3	3
	-	11	11	11

Примечания: + - положительный эффект; - - отрицательный эффект

С учетом совокупности положительных и отрицательных эффектов для рассматриваемого проекта целесообразным решением было использование геотубов.

Ход выполнения работ на объекте включал в себя:

1. Удаление растительного слоя и планировка плоского основания площадки 3,48 га, по которому укладывается монослой контейнеров, заполненных обезвоженными донными отложениями;
2. Укладку дренажной системы для водоотведения на период производства работ и поддержание рекультивируемой территории сроком до 3 лет с момента окончания рекультивационных работ до достижения геоконсолидации сформированного слоя.
3. Формирование монослоя из контейнеров, заполненных обезвоженными донными отложениями, высотой 1,1 - 1,2 м на завершающей стадии консолидации грунта с целью повышения планировочной отметки, создаваемой в будущем парковой зоны.
4. Отсыпку торфа в технологические зазоры. Торфогрунт нарабатывается в результате расчистки и дноуглубления прибрежной полосы.
5. Формирование поверх монослоя из грунта в контейнерных оболочках, почвенного слоя из обезвоженных донных отложений (сапропеля и торфа различной степени разложения) с добавлением песка, супеси и/или суглинка с целью оптимизации механического и агрохимического состава плодородного слоя почвы;
6. Озеленение участка травянистой, кустарниковой и древесной растительностью. Посадка древесной растительности осуществляется в посадочные ямы со вскрытием контейнерных оболочек по диаметру посадочных ям.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Геотубы представляют собой продукт с хорошей эффективностью работы. Они позволяют произвести очистку в кратчайшие сроки. Проект доказал, что новые технологии могут притемняться с успехом и в России для решения важнейших задач экологии. А технология геотуб может быть применена для решения в различных проектах.

ВЫВОДЫ

В результате работ озеро очищено, дно водоема стало глубже почти на 70 сантиметров. Было потрачено 128 геотубов, в том числе некоторые пострадали от интересующихся гражданами. Было установлено ограждение возле площадки и велось видеонаблюдение. После отстаивания контейнеры вскрыли и распределили грунт по территории площадки. Озеленение произвели в 2018 году, сейчас на донной территории зона отдыха горожан.

Так же геотубы применялись на таких проектах как: Расчистка реки Пехорка в МО. Осадок из геотубов после отстаивания отвозился на полигон. С целью экономии места для размещения Геотубов и ускорения производства работ была применена 2х-слойная укладка и поочередное заполнение двух площадок для обезвоживания.

Расчистка участка русла реки в г. Балашиха - с объёмом откачиваемого ила 50000 м³. Работы, как и в нашем случае, были осложнены большим количеством хозяйственно-бытового мусора, удаление которого требовало дополнительных действий. Так же были проекты с расчисткой шламонакопителей и очистка других водоемов. Так же они применяются еще в качестве обезвоживания сельскохозяйственных стоков, ила, очистки иловых карт, отходов бурения и очистка угольных шламов. Возможно применение в берегоукрепление и строительстве гидротехнических сооружений: строительство бун и плотин, экстренная защита от паводковых явлений [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаев Д.Р., Орлова О.В., Ярыгина А.А.* Экология производства Применение технологии обезвоживания в контейнерах Geotube для расчистки озера // Экология производства. 2011. №12.
2. *Дубин С.В.* Оценка снижения геоэкологического риска при очистке сточных вод с применение геотуб. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. №3
3. *Мионов В.В.* Использование мягких гоесинтетических оболочных конструкций в строительстве. М.: Издательство Ассоциации Строительных вузов, 2005.

Секция 3. ENGINEERING INFRASTRUCTURE

ОБРАЩЕНИЕ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА

В.П. Горбачевский

студент, vgline@mail.ru

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

Предмет исследования: организация обращения отходов строительства и сноса в условиях реализации масштабных региональных программ по новому строительству и реновации жилищного фонда.

Цели: анализ экологической, социально-экономической целесообразности реорганизации функционально-планировочных схем обращения с отходами строительства и сноса, а также транспортно-экономической характеристики центра генерации и обращения отходов в условиях реализации масштабных городских программ по новому строительству и реновации.

Материалы и методы: нормативно-техническая документация, проекты организации строительства, перечень мероприятий по охране окружающей среды, разработанный в составе проектной документации реализованных объектов капитального строительства; аддитивный наукометрический анализ, обобщение и представление совокупных данных об аспектах технологии «умного сноса».

Результаты: выполнен анализ социально-экономической целесообразности реорганизации схем обращения строительных отходов. Предложены две функционально-планировочные схемы обращения отходов строительства и сноса. Выполнен анализ транспортно-экономической характеристики центра генерации и обращения отходов в условиях реализации масштабных городских программ по новому строительству и реновации жилого фонда.

Выводы: будущее использование предложенных функционально-планировочных схем ориентировано на принятие правильных организационно-технологических решений при составлении организационно-технологической документации объектов капитального строительства. Разработка и реализация экономически и технологически обоснованных схем обращения строительных отходов играет релевантную роль в достижении ответственного потребления и производства, а также в обеспечении перехода к рациональным моделям обращения.

ВВЕДЕНИЕ

Реализация повышения ресурсоэффективности и минимизации отходов потребления и производства является релевантным в достижении совокупности важных социо-эколого-экономических аспектов устойчивого развития.

Настоящая работа направлена на анализ социально-экономической целесообразности реорганизации функционально-планировочных схем обращения с отходами строительства и сноса, а также транспортно-экономической характеристики центра генерации и обращения отходов в условиях реализации масштабных городских программ по новому строительству и реновации.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Изучены публикации по тематике обращения отходов строительства и сноса, имеющиеся в открытом доступе в сети Интернет, а также в следующих базах данных: e-library, Scopus (издательства «Elsevier»), GoogleScholar, Sci-hub. Литературный обзор демонстрирует значимость и актуальность рассматриваемой тематики для отечественного строительного комплекса. В ряде литературных источников описываются и рассматриваются аспекты организации и управления обращения с отходами строительства и сноса. [1-12] Так, например, в [8-11] описаны методологические подходы к планированию мероприятий по развитию промышленности по обращению с отходами, аспекты цифровизации обращения с отходами. При этом, описываемые и предлагаемые публицистами реорганизационные меры, касаемые рассматриваемой тематики, не берут в расчет ряд факторов, интегрально влияющих на ответственное обращение с отходами строительства и сноса, или не акцентируют внимание на аспектах обращения, имеющих высокую практическую значимость, особенно для Московского региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проводилась с использованием нормативно-технической литературы, а также научных баз данных. Обобщены и представлены основные принципы обращения отходов строительства и сноса (в том числе их рекуперации), заложенные в организационные схемы обращения отходов реализованных объектов капитального строительства, а также совокупные данные об аспектах технологии «умного сноса».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Строительные отходы образуются практически на всех этапах жизненного цикла зданий и сооружений.

Как правило, до начала работ по нулевому циклу на участке нового строительства осуществляется подготовка территории, включающая в себя демонтаж (снос) существующих зданий и сооружений. Проведение практически любых видов строительных работ сопровождается образованием тонн отходов, которые зачастую вывозятся на несанкционированные свалки, а при ответственной организации обращения с отходами – на специальные комплексы, осуществляющие переработку отходов потребления и производства, и полигоны. [1-7]

Организации обращения с отходами строительства и сноса реализуется в следующих основных принципах: переработка отходов на месте их образования, то есть непосредственно на строительной площадке и переработка отходов на специальных комплексах (комплексы по рекуперации отходов, дробильно-сортировочные комплексы, пункты приема металлолома и др.). В таблице 1 представлена группировка отходов по категориям объектов, на которые осуществляется вывоз отходов.

Таблица 1. Группировка отходов по категориям объектов, на которые осуществляется их вывоз

Категория объекта, на который осуществляется вывоз отходов	Вид образуемых отходов строительства и сноса
Комплекс по рекуперации отходов	Отходы строительного щебня незагрязненные Лом кирпичной кладки от сноса и разборки зданий Лом строительного кирпича незагрязненный Лом бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме Продукция из натуральной древесины, утратившая потребительские свойства, незагрязненная Отходы теплоизоляционных материалов на основе минерального волокна Отходы штукатурки затвердевшей малоопасные Отходы кровельных и гидроизоляционных материалов
Дробильно-сортировочный комплекс	Лом асфальтовых и асфальтобетонных покрытий Лом ж/б изделий, отходы ж/б в кусковой форме Лом бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме (от демонтажа)
Пункт приема металлолома	Лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков несортированные

Организация переработки непосредственно на стройплощадке сопровождается следующими аспектами: ограничение мощностей оборудования, повышенные требования к экологической защите близлежащих жилых зданий и сооружений. В свою очередь, переработка отходов на специальных комплексах влечет за собой дополнительные транспортные расходы, а также расходы на реализацию современных технологий переработки строительных отходов для создания материалов и изделий для нового строительства и реновации.

По результатам анализа проектной документации реализованных объектов капитального строительства выявлено, что плечо перевозки отходов строительства и сноса на рекуперационные комплексы в среднем варьируется в пределах 50-70 км. Данный аспект напрямую влияет на себестоимость строительства, взаимосвязанную со стоимостью квадратного метра жилья. Организация переработки отходов непосредственно на стройплощадке зачастую ограничивается площадью строительной площадки. Сокращение транспортных расходов путем аренды дополнительных площадей для размещения дробильно-сортировочных и других установок вблизи центра генерации отходов является нерентабельным. Развитие строительного комплекса неизбежно способствует значительному увеличению выпускаемых объемов строительных материалов. В настоящее время правительством разрабатываются программы повсеместной реновации и нового строительства в большом количестве городов и населенных пунктов. Рост объемов материальных строительных ресурсов влечет к увеличению спроса на строительную продукцию. Прогнозируемый повсеместный рост объемов отходов строительства и сноса в регионах с малоэффективными схемами обращения отходов строительства и сноса требует особого подхода в реализации эколого-экономических аспектов обращения отходов. [8-10]

Необходимый эффект от реорганизации схемы обращения отходов строительства и сноса заключается в дестабилизации прогнозируемого роста стоимости квадратного метра жилья ввиду влияния рассмотренных выше аспектов. Реализация повышения

ресурсоэффективности отходов невозможна без интеграции в схему обращения отходов элементов технологии «умного сноса». Технология «умного сноса» базируется на следующих принципах: максимальная переработка, повторное использование отходов, безопасность, экологичность. Количество отходов строительства и сноса в результате реализации программы реновации и нового строительства на территории Московского региона за 2019 год составило порядка 8 миллионов тонн. Прогнозируемое количество отходов строительства и сноса на 2020 год составляет 8,5 миллионов тонн. Реализация 100%-й переработки отходов строительства и сноса позволит снизить себестоимость строительства за счет их вторичного вовлечения в оборот.[11, 12]

Демонтаж (снос) зданий в условиях реализации технологии «умного сноса» осуществляется с использованием гидропушек, распыляющих воду под большим давлением, уменьшающих количество выделяемой в процессе демонтажа (сноса) пыли и минимизирующих негативное влияние на окружающую среду. Снижение шумовых воздействий достигается установкой со стороны прилегающей застройки специальных защитных конструкций, подавляющих указанные воздействия.

Предлагается две схемы организации обращения отходов строительства и сноса: первая подразумевает организацию стационарных узлов переработки отходов строительства и сноса и создания (выпуска) готовой продукции с интеграцией строительных отходов с размещением в черте сносимых, в том числе в рамках программы реновации, зданий и сооружений, вторая – организация стационарных узлов с размещением на месте будучи сносимых предприятий, расположенных на территориях городских промзон, находящихся в непосредственной близости к территориям нового строительства и реновации, пребывающих в неэксплуатируемом состоянии и нуждающихся в редевелопменте. Экономический прогноз изменения себестоимости строительства и стоимости жилой единицы при организации поэтапной реализации предложенных схем обращения отходов и при ее отсутствии поясняется рисунком 1.

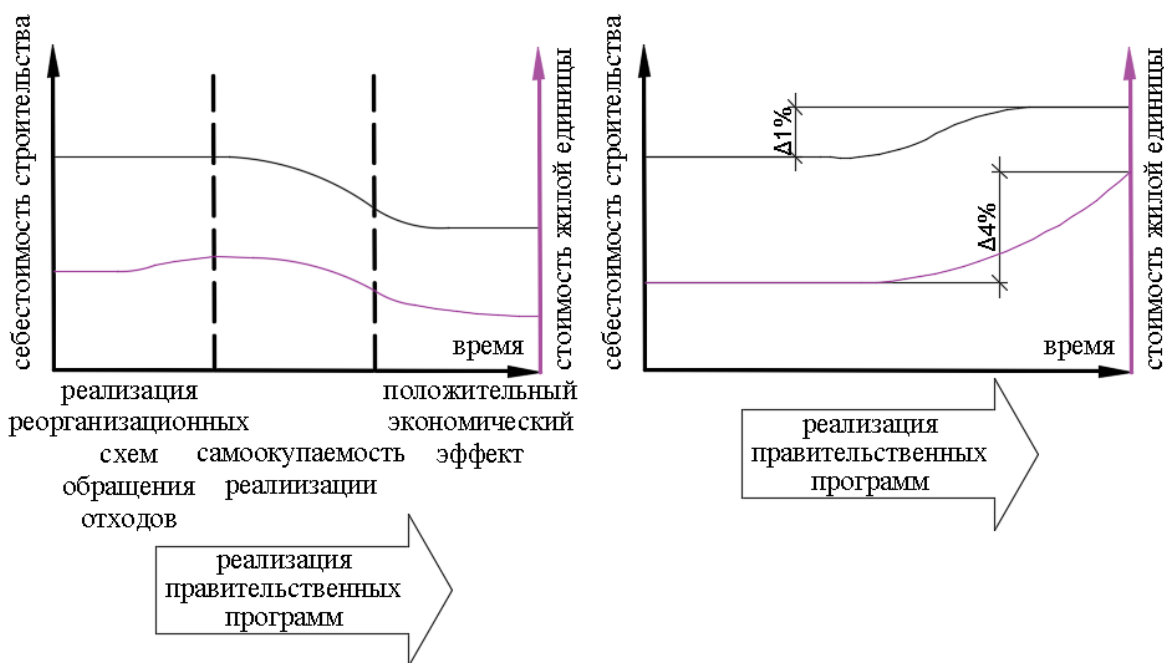


Рис. 1. Экономический прогноз изменения себестоимости строительства (черная ветвь на графиках) и стоимости жилой единицы (фиолетовая ветвь на графиках) при организации поэтапной реализации предложенных схем обращения отходов (график слева) и при ее отсутствии (график справа)

Вариативность практической возможности вторичного использования отходов строительства и сноса порождает необходимость разработки комплексных рекомендаций по организации стационарных узлов переработки этих отходов и создания (выпуска) готовой продукции с их интеграцией, а также по выбору технологий переработки строительных отходов для создания материалов и изделий для нового строительства и реновации жилого фонда.

ВЫВОДЫ

Реорганизация функционально-планировочных схем обращения с отходами строительства и сноса ориентирована на достижение ответственного потребления и производства, реализацию большого спектра экологических, социально-экономических аспектов, а также обеспечение обоснованного перехода к рациональным моделям обращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кравцова М., Васильев А., Кравцов А.* Анализ методов утилизации отходов строительства с последующим вовлечением их во вторичный оборот // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. № 4.
2. *Березовский С.* Использование местного сырья и вскрышных пород для производства строительных материалов // Вестник Белорусско-Российского университета. 2011. № 32.
3. *Горбачевский В.* Использование отходов производства в подземном строительстве. – М.: НИУ МГСУ, 2019. – 90 с.
4. *Синенко С., Мирошникова И.* Внедрение методики оценки поставщиков как один из способов сокращения сроков строительства // Системные технологии. 2018. №2(27).
5. *Vorovskih A., Gorbachevskii V., Pachomova L.* Account of the force resistance in the calculation of reinforced concrete structures // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1425. No 012092.
6. *Pakhomova L., Moiseeva S., Tereshina K.* Air pollution by construction vehicles // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2018. Vol. 463. No 042041.
7. *Олейник П., Бродский В.* Организация управления переработкой строительных отходов // Вісник ПДАБА. 2013. №10 (187). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-upravleniya-pererabotkoj-stroitelnyh-othodov> (дата обращения: 10.03.2020).
8. *Цховребов Э.* Моделирование экологического баланса объекта строительства и сноса зданий // Строительство: наука и образование. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-ekologicheskogo-balansa-obekta-stroitelstva-i-snosa-zdaniy> (дата обращения: 10.03.2020).
9. *Цховребов Э.* Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов // Вестник МГСУ. 2018. №11 (122). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-ekonomicheskie-aspekty-planirovaniya-razmescheniya-i-proektirovaniya-promyshlennyh-obektov-po-obrabotke-utilizatsii> (дата обращения: 10.03.2020).
10. *Баршневский Е., Величко Е., Цховребов Э., Ниязгулов У.* Вопросы эколого-экономической оценки инвестиционных проектов по переработке отходов в строительную продукцию // Вестник МГСУ. 2017. №3 (102). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-ekologo-ekonomicheskoy-otsenki-investitsionnyh-proektov-po-pererabotke-othodov-v-stroitelnyuyu-produktsiyu> (дата обращения: 10.03.2020).

11. *Шмелева А, Рыбаков М.* Инструменты цифровой экономики при реализации программы реновации жилья в г. Москве // Электронный научный журнал «Век качества». 2019. №4. С. 144-166. Режим доступа: <http://www.agequal.ru/pdf/2019/419010.pdf> (доступ свободный).
12. Дом по реновации в ЮЗАО разобрали по технологии «умного сноса» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroimos.ru/news/dom-po-rienovatsii-v-iuzao-razobrali-po-tiekhnologhii-umnogho-snosa>.

DETERMINING THE RANGE OF THE EDGE EFFECT AT THE BOUNDARY OF A SOLID AND POROUS MEDIUM

A.G. Gulkanov¹, V.Yu.Kravchuk²

¹student, sasha.gulkanov@mail.ru

²lecturer, valerik_kravchuk@mail.ru

^{1,2}Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26

Abstract

The purpose of the article is to determine the range of thermal disturbances that occur at the boundary of solid and porous media. Range is the distance at which the excess temperature on the wall axis decreases to 5% of its initial value (for $x=0$).

INTRODUCTION

The use of air-permeable inserts in enclosing structures is related to the temperature and humidity conditions of the walls. The study of some issues in this area is still ongoing, which causes the underdevelopment of the technology under consideration. Nevertheless, the issue of "breathing" walls is devoted to many scientific papers, both domestic and foreign, published around the world. When thermal inhomogeneities are introduced into enclosing structures, boundary effects occur that violate their thermal and humidity conditions, which degrades the thermal characteristics of the materials that make up the structure and reduces the durability of the walls. Determining the distribution area of the edge effect will allow you to take measures to compensate for its negative impact.

MATERIALS AND METHODS

In general, the temperature fields of the insert and enclosure are complex, so it is rational to start the study with a simpler model. In general, this problem is three-dimensional, but for simplicity, this paper considers its two-dimensional counterpart. The wall thickness is assumed to be d_y , and the width (along the axis perpendicular to the drawing plane) is 1 m. (fig. 1). To obtain reliable results, the influence of outside and inside air on temperature fields is taken into account by heat sinks entered into the corresponding equations.

The construction in question consists of two parts: an impenetrable (solid) part of the wall ($x>0$) and a porous part ($x<0$). The point at which the media border each other will be called the "crosslinking area" ($x=0$). The porous part, in turn, consists of a structure (a solid skeleton of a porous medium) and a fluid (a liquid moving in the pores).

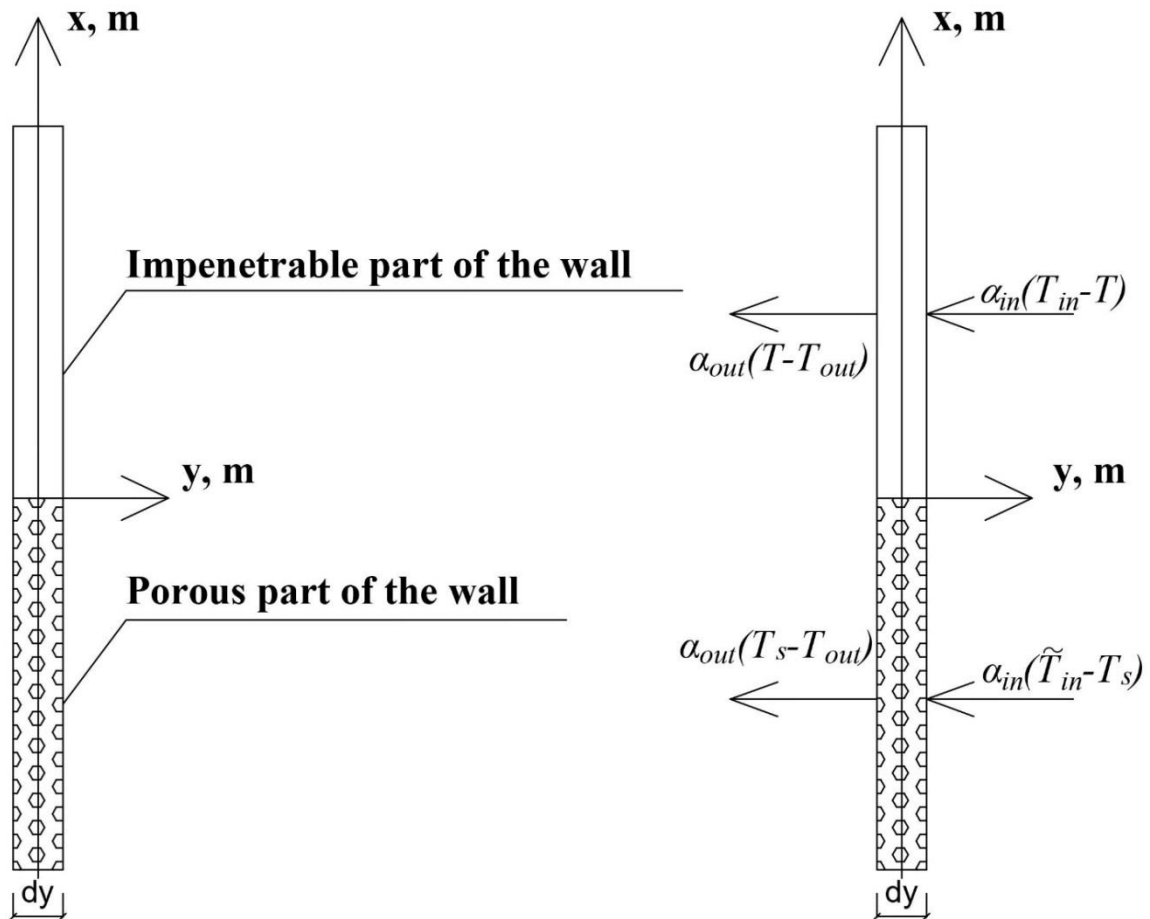


Fig. 1. Calculation scheme for drawing up a mathematical model

In the most general case, the equations describing the temperature fields of a fluid, a porous skeleton, and a wall have the form

$$\begin{cases} \gamma \frac{\partial \rho H_f}{\partial \tau} = -\gamma \nabla (w \rho H_f) + Q_{fs}, \\ \gamma_s \frac{\partial \rho_s C_s T_s}{\partial \tau} = \gamma_s \nabla (\lambda_s \nabla T_s) + Q_{sf}, \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} = a \Delta T. \end{cases}$$

λ_s - heat conductivity coefficient of the structure, W/(m·K),

γ - porosity,

C_f - specific heat capacity of the fluid, J/(kg·K),

ρ - fluid density, kg/m³,

w - velocity of the fluid in the cross-section (without porosity accounting), m/s.

H_f - fluid enthalpy, J/kg

ρ_s - density of the structure, kg/m³

C_s - specific heat capacity of the structure, J/(kg·K)

γ_s – proportion occupied by the structure in the general volume of porous medium,

$$\gamma_s = 1 - \gamma$$

Q_{fs} –heat flow from the fluid to the structure, W

$$Q_{fs} = -Q_{sf} = \alpha A_{fs} (T_s - T_f)$$

α – heat transmission coefficient from the structure to the fluid, W/(m²·K)

A_{fs} – surface density of the heat exchange, m⁻¹

T_s, T_f –the structure and the fluid temperatures, K

$$A_{fs} = \frac{A}{V}$$

A – contact area of the fluid and the structure, m²

V –general volume of porous filling (with pores), m³.

For a conditionally one-dimensional problem with the addition of thermal effluents the system can be converted to the following form

$$\begin{cases} \lambda_s T_s'' + T_s (m - \alpha_{out} - \alpha_{in}) + m T_f + \alpha_{out} T_{out} + \alpha_{in} \tilde{T}_{in} = 0, \\ T_f' + T_f (1 + n) - T_s n - T_{out} = 0, \\ -\lambda T'' - T (\alpha_{out} + \alpha_{in}) + \alpha_{out} T_{out} + \alpha_{in} T_{in} = 0, \end{cases}$$

$$m = \frac{\alpha A_{fs}}{\gamma_s}, \quad n = \frac{\alpha A_{fs}}{\gamma \rho c w}$$

To find an analytical solution, it is necessary to introduce boundary conditions. 5 boundary conditions are introduced due to the presence of five integration constants that arise when solving this system.

$$\begin{cases} T_s(0) = T(0), \\ T'(10) = 0, \\ T(10) = \frac{T_{in} + T_{out}}{2}, \\ -\lambda T'(0) = \alpha (T(0) - T_f(0)), \\ T_s'(-10) = 0. \end{cases}$$

Next, only the solid part of the wall is considered. It is believed that the porous insert creates a fixed temperature on the interface (x=0), which affects the formation of the temperature field of the impenetrable part of the wall. In our case, due to the conditional one-dimensionality of the problem, the partial derivative can be replaced by the full one

$$-\lambda T'' = \alpha_{in} (T_{in} - T) - \alpha_{out} (T - T_{out}) \quad (1)$$

To simplify the mathematical formulation of the problem, we introduce the concepts of average ambient temperature, average heat transfer coefficient, and excessive wall temperature

$$\bar{T}_{env} = \frac{\alpha_{in} T_{in} - \alpha_{out} T_{out}}{\alpha_{in} + \alpha_{out}}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_{in} + \alpha_{out}}{2}$$

$$\vartheta = T - \bar{T}_{env}$$

After substitution in (1), the equation becomes homogeneous, which makes it easier to find a solution

$$\vartheta'' - a \cdot \vartheta = 0,$$

$$a = \frac{\bar{\alpha}}{\lambda}.$$

RESEARCH RESULT

With boundary conditions $\vartheta(10)=0$ (assuming that the edge effect is insignificant at a distance of 10 m from the crosslinking area) and $\vartheta(0)=-1$ (and also $\vartheta(0)=-5$, $\vartheta(0)=-10$, $\vartheta(0)=-20$ for additionally calculated cases) we get graphs of the dependence of the range of the edge effect ($x_{critical}$) on the excess temperature at zero.

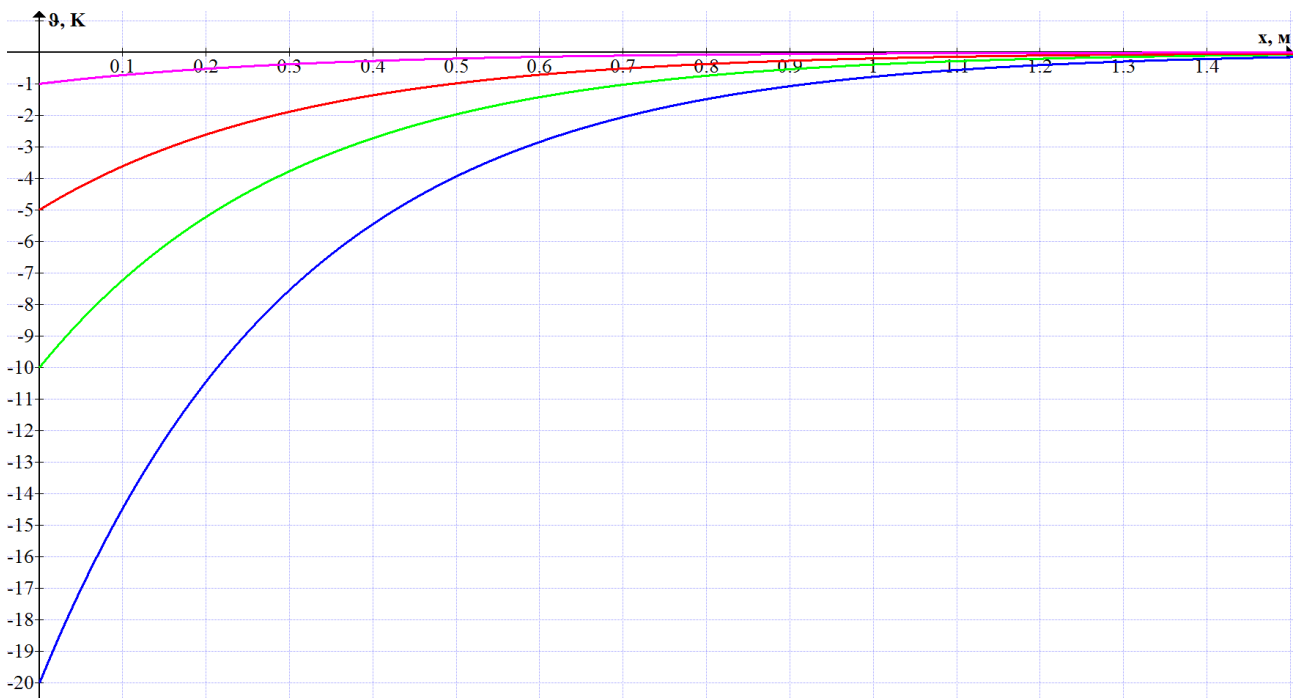


Fig. 2. The dependence of $x_{critical}$ from excessive temperature

For $\alpha_{in} = 8,7 W / (m^2 \cdot K)$, $\alpha_{out} = 23 W / (m^2 \cdot K)$, $\lambda = 1,5 W / (m^2 \cdot K)$, $T_{out} = 253 K$, $T_{in} = 293 K$ getting the value $a = 10,57$ and $x_{critical} = 0,951 m$.

CONCLUSIONS

Calculations of the temperature field at different values $\vartheta(0)$ show that the range does not depend on the excess temperature in the crosslinking area, but is determined only by the thermal properties of the construction material and the conditions of heat exchange on the surface.

REFERENCES

1. *V.Yu. Kravchuk, A.G.Rymarov.* The reversible ventilation for administrative buildings // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science **177** (2018). doi:10.1088/1755-1315/177/1/012030
2. *V.Yu. Kravchuk,* An Approximate Analytical Solution to the Problem of Heat Exchange in Porous Material // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering **753** (2020). doi:10.1088/1757-899X/753/5/052023
3. *Diao N, Li Q, & Fang Z* 2004 Heat transfer in ground heat exchangers with groundwater advection International Journal of Thermal Sciences **43(12)** 1203–1211. doi:10.1016/j.ijthermalsci.2004.04.009
4. *Mohamad A.A.* 2003 Heat transfer enhancements in heat exchangers fitted with porous media Part I: constant wall temperature International Journal of Thermal Sciences **42(4)** 385–395 doi:10.1016/s1290-0729(02)00039-x
5. *Sheidegger A. E.* 1957 The physics of flow through porous media (Toronto: University of Toronto press) 255 p

THE ACTUALIZATION OF RADIATION FACTOR FOR KINETIC SUN SHADING DEVICES

S.I. Didenko¹, S.M. Usikov²

¹student, didenko.sid@yandex.ru

²PhD, Assoc., UsikovSM@mgsu.ru

^{1,2}Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26

Abstract

Study object: The article presents the vector method of radiation factors for the face of buildings with kinetic sun shading devices. The method is detailed as the reason for the absence of an alternative way to use irregularly shaped sun shading devices.

Objective: The central objective is to find the definition of radiation factor for the faces (of buildings), with mobile sun shading devices by working with 3D-models of irregularly shaped devices and other work within CAD.

Materials and methods: The article references the analytic (trigonometric) method based on multi-year data of meteoric records.

Results: The receiving of calculational algorithms for the suns position, sun shading devices' status, the shadow's surface coverage of the lamella and, on the face of the building formed by the lamella

Conclusion: The method offers the possibility to improve the results and accuracy of external temperature readings, predict the coefficient of natural lumination factors, and improve the construction of sun shading devices.

INTRODUCTION

The question of dissipating excess heat by solar radiation through the work of sun shading devices is still an open question, though the sun shading devices used widely all over the world give architects more opportunities for personal expression

LITERATURE REVIEW

The design regulations demand the construction of sun shading devices [1-7]. Figure [8] demonstrates partial information for radiation factors that are not conforming to standards of modern sun shading devices. In the article of a foreign colleague [9] it is described that the previous method of design was simplified because of difficulty and high cost of implementation. Also, article [10] describes a graphic method for a definition of the insolation coefficient.

MATERIALS AND METHODS

It's important to introduce the external heat in real-time because the power of the internal climate control system depends on its value. Nowadays the calculation of external heat is using the modeling of surrounding buildings, that increases in cost the creation of shading systems. At first, it's necessary to define the coefficient of solar radiation for the mobile sun shading devices:

$$\tau_{SD} = (1 - \frac{F_S}{F_L}) \cdot 100, \% \quad (1)$$

where F_S - the area of shadow, m^2 ; F_L - the area of sun shading device's element, m^2 ;

Thanks to the process of photoelectric detection, devices can be defined where the sun is situated in grad, analogic to reference data [11]. Depending on the position of the sun and the calculation of the optimal opening angle of the shading device. The calculation is fulfilled with the following assumptions: 1 The Radius from the origin point to the sun position equals 10m 2 The sun shading device is thin and has no variation 3 The rays from the sun place keeps in with the law of light's rectilinear propagation 4 The rays are quasi-parallel 5 The method describes the shadow casting without the influence of refraction. The definition of sun's position keeps in the law with the following rule in the spherical coordinate system:

$$\begin{cases} x = r \cdot \cos A_{co} \cdot \cos h_c \\ y = r \cdot \sin A_{co} \cdot \cos h_c, \\ z = r \cdot \sin h_c \end{cases} \quad (2)$$

where A_{co} is the sun azimuth, *grad*; h_c - angle of altitude, *grad*.

It's important to calculate the angles, which are presented in [11] relative to the origin point, to function in CAD-systems. The calculations data was imported into the CAD-system, to model the crossing-referencing of the sun shading device and rays.

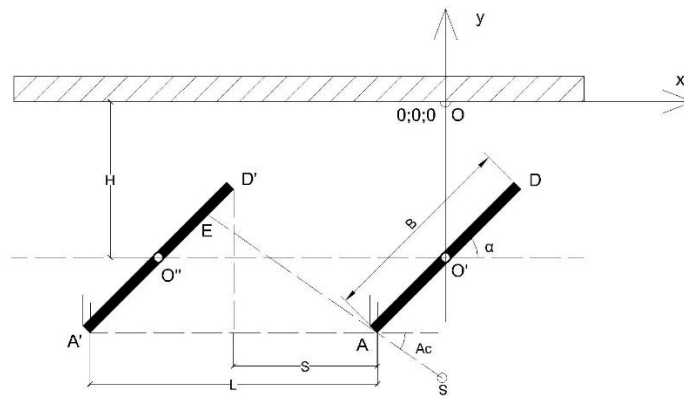


Fig. 1. The scheme of sun light's falling. Top view

Figure [1] shows where point E is situated. For the y-, and z-coordinate calculations are necessary to know the distance between points A and A' and the current hour. As a result,

$$y = H + L \cdot \sin(A_c + 180) \cdot \cos A_c, \quad (3)$$

where L - the distance between points A and A', m ; A_c - the angle of sun azimuth;

$$z = A_z - L \cdot \text{ctg} A_c, \quad (4)$$

where A_z - z-coordinate of point A, m .

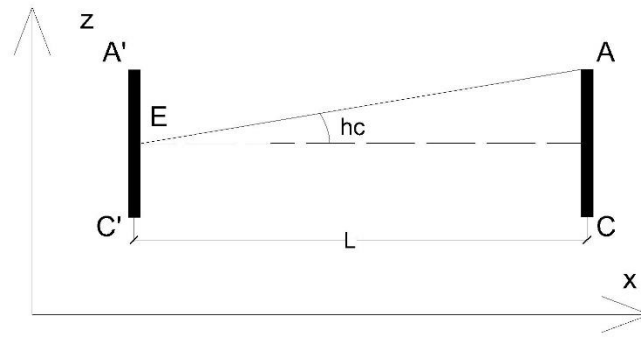


Fig. 2. The scheme of sun light's falling. Side view

The researched point E on figure [3], forms a border of geometric shadow, which forms a trapeze A'E'EB'. Point E is situated on the shaded surface, formed by points A'C'D'B', the missing coordinate can be figured out of the surface canonical equation.

$$A(x - x_0) + B(y - y_0) + C(z - z_0) + D = 0, \quad (5)$$

where A,B,C,D - simplified coefficients, received out of matrix, equation 6; x - researched coordinate of point E; y,z - coordinates from equations 3 and 4. D- the distance between sun shading device and the face of building; x_0, y_0, z_0 - points on the shaded surface, equal the coordinates of A' point.

$$\begin{matrix} x - x_0 & B'_x A'_x & D'_x A'_x \\ y - y_0 & B'_y A'_y & D'_y A'_y \\ z - z_0 & B'_z A'_z & D'_z A'_z \end{matrix} = 0, \quad (6)$$

Therefore,

$$A = B'_y A'_y \cdot D'_z A'_z - D'_y A'_y \cdot B'_z A'_z, \quad (7)$$

Analogic, for the simplified coefficients B and C. As the result,

$$x = \frac{B(y - y_0) + C(z - z_0) + D}{A} - Ax_0, \quad (8)$$

For the calculation of the shadow area A'E'EB' use the next equation (9)

$$F_S = \frac{a+b}{|a+b|} \sqrt{(p-a)(p-b)(p-a-c)(p-a-d)}, \quad m^2, \quad (9)$$

where a, b, c, d - trapeze sides, m ; p -half-perimeter, m .

The trapeze sides are calculated of the coordinates of points:

$$a = \sqrt{(B'_x - A'_x)^2 + (B'_y - A'_y)^2 + (B'_z - A'_z)^2}, \quad m.$$

The calculated area F_S belongs to the area of shading element of the sun shading device F_L, m^2

(1)

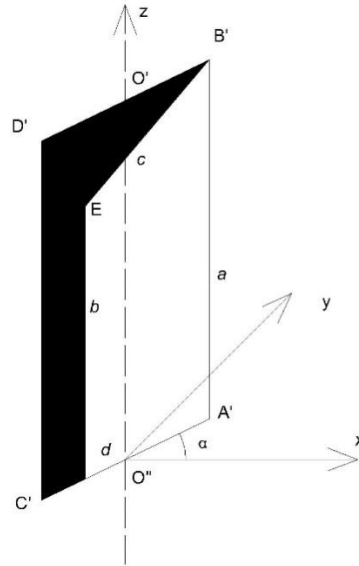


Fig. 3. The shaded area on the surface of lamella

The shadow created by the sun shading device keeps within the parameters for the next

dependence:
$$A'' = \begin{cases} x = A'_x - (H - \frac{B}{2} \cos \alpha) \sin(A_c + 90) \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

$$B'' = \begin{cases} x = B'_x - (H - \frac{B}{2} \cos \alpha) \sin(A_c + 90) \\ y = 0 \\ z = B'_z - (H - \frac{B}{2} \cos \alpha) \text{ctgh}_c \end{cases}$$

$$C'' = \begin{cases} x = C'_x - (H - \frac{B}{2} \cos(\alpha + 180)) \sin(A_c + 90) \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

$$D'' = \begin{cases} x = D'_x - (H - \frac{B}{2} \cos(\alpha + 180)) \sin(A_c + 90) \\ y = 0 \\ z = D'_z - (H - \frac{B}{2} \cos(\alpha + 180)) \text{ctgh}_c \end{cases}$$

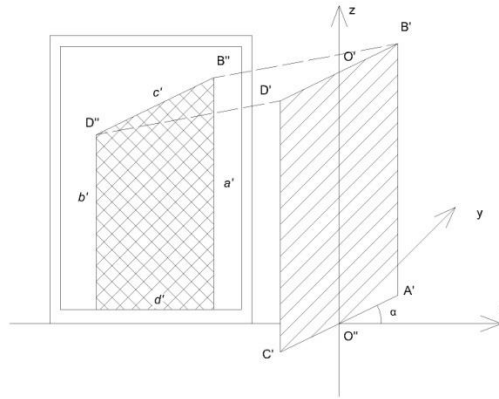


Fig. 4. The shaded area on face of the building

The summary coefficient of solar radiation is calculated by the next equation:

$$\tau_{SUM} = 1 - \left(\frac{(n-1)F_{SL}}{nF_L} + \frac{(n-1)F_{SW}}{F_W} \right) \cdot 100, \% \quad (11)$$

RESULTS OF RESEARCH

Table 1. The coefficient of summary solar radiation in depending of time and the lammella's angle of opening

hour	8-9			9-10			10-11			11-12	
α, grad	20	45	80	30	45	80	40	45	80	45	80
A_c, grad	348			335			315			288	
hc, grad	40			50			59			65	
n	4			4			4			4	
F_w, m^2	19.8			19.8			19.8			19.8	
F_L, m^2	1.32			1.32			1.32			1.32	
F_{SL}, m^2	0.15	0.35	0.42	0.15	0.24	0.33	0.16	0.19	0.28	0.20	0.27
F_{SW}, m^2	0.26	0.89	1.17	0.28	0.91	1.19	0.27	0.79	1.02	0.47	0.57
$\tau_L, \%$	11.36	26.21	31.82	11.36	18.18	25.00	12.12	14.39	21.21	15.15	20.45
$\tau_w, \%$	1.31	4.49	5.91	1.41	4.60	6.01	1.36	3.99	5.15	2.37	2.88
$\tau_{SUM}, \%$	0.88	0.67	0.58	0.87	0.73	0.63	0.87	0.77	0.69	0.82	0.76

where: n - number of lammellas; F_w - the area of window, m^2 ; F_L - the area of lamella, m^2 ; F_{SL} - the area of shadow on the lamella's surface, m^2 ; F_{SW} - the area of shadow on the window's surface, m^2 ; τ_L -coefficient of radiation factor for lamella, %; τ_w - coefficient of radiation factor for window, %; τ_{SUM} - summary coefficient of solar radiation, %.

CONCLUSION

The offered method helps to value the efficiency of the sun shading device's. In the table 1 presented, that the most effective angle of opening changes his value during the day. This information is very important, because improve the results and accuracy of external temperature readings, predict the coefficient of natural lamination factors, and improve the construction of sun shading devices.

REFERENCE

1. Federalnyi zakon "Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoi effektivnosti" [Federal Law No. 261-FZ "On energy saving and improvement of energy efficiency" since 23. 11. 2009]
2. SanPiN 2.2.4.548-96 "Gigienicheskie trebovaniya k mikroklimate proizvodstvennykh pomesheniy" M: Minzdrav Rossii, 1997 ["Hygienic requirements to occupational microclimate" Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation, 1997]
3. GOST 30494-2011 "Zdaniya zhilye i obshestvennye" [Residential and public buildings] Moscow: Standartinform, 2019
4. GOST 33125-2014 "Ustroystva solncezashitnye. Technicheskie usloviya" [Sun shading devices. Technical condition] Moscow: Standartinform, 2015
5. SP 50.13330.2012 "Teplovaya zashita zdainij" [Thermal performance of the buildings] Moscow: NIISF, 2012
6. SP 345.1325800.2017 " Zdaniya zhilye i obshestvennye. Pravila proektirovaniya teplovoy zashity zdainij" [Residential and public buildings. Thermal performance design] Moscow: NIISF, 2017
7. SP 370.1325800.2017 "Ustroystva solncezashitnye zdaniy. Pravila projektirovaniya" [Solar Shading Devices in Buildings. Design rules] Moscow: NIISF, 2017
8. Rukovodstvo po proektirovaniyu i primeneniyu solncezashitnykh sredstv v promyshlennykh zdaniyakh [Design directives for using of sun shading devices in industrial buildings] Moscow: NIISF GOSSTROY USSR, 1980
9. *Klochko A.K., Klochko A.R.* "Preimushchestva graficheskogo metoda opredeleniya koefitsienta insolyatsii dlya vertikalnogo ostekleniya [Graphic method advantages of determination of vertical glazing insolation coefficient] Moscow: NRU MSUCE, 2019
10. *Texoy M., Dursan O.* New method of kinetic sun shading devices evaluation, Moscow: Svetotekhnika №5, 2018
11. Indoor plumbing devices. In 3 parts. Part 3. Book 1. Ventilation and air condition: 4th publication, edited by I.G. Staroverov. Moscow: Stroyizdat, 1992.

ПРИМЕНЕНИЕ В МЕМБРАННЫХ БИОРЕАКТОРАХ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫХ АППАРАТОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ 0,15-0,2 МПА

М.С. Кирюшина¹, А.Г. Первов²

¹студентка *mariyakiryushina@mail.ru*

²научный руководитель, д-р техн. наук, проф., *ale-pervov@yandex.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

Предмет исследования: исследовались режимы фильтрования и промывки мембранного модуля с мембранами в виде полого волокна при различных концентрациях активного ила, рабочих давлениях, частотах проведения промывок.

Цели: экспериментально определить оптимальные режимы работы мембранных биореакторов с минимальными эксплуатационными затратами.

Материалы и методы: исследования проводились в лабораторных условиях с использованием ультрафильтрационного аппарата с полволоконными мембранами. В качестве исследуемой жидкости была использована синтетическая сточная вода, которая по своему составу соответствовала городским сточным водам, с различными концентрациями взвешенных веществ (доза ила).

Результаты: в ходе проведенных экспериментов мы выявили зависимость удельного расхода электроэнергии от давления и от концентрации. Так же был проведён анализ годовых эксплуатационных и приведённых затрат для установки производительностью 1000 л в час.

Выводы: полученные результаты показали, что выгоднее использовать напорные мембраны, по сравнению с погружными.

Ключевые слова: мембранные биореакторы, ультрафильтрационные мембраны, погружные мембранные блоки, обратные промывки, удельный расход электроэнергии, биологическая очистка сточных вод.

ВВЕДЕНИЕ

Мембранные биореакторы начинают широко применяться в схемах очистки сточных вод [1]. Однако, информация по их применению содержит много противоречивых данных как по величинам поверхности и стоимости мембран, так и по затратам электроэнергии [2-5]. Известно, что чем выше величина рабочего давления при фильтровании через мембрану, тем больше величина удельной производительности мембран, и тем, соответственно, меньше требуемая площадь поверхности мембран и тем ниже стоимость применяемого мембранного оборудования. С другой стороны, чем выше величина рабочего давления, тем больше величина удельных затрат электроэнергии на фильтрование 1 куб. метра воды. Кроме того, с ростом концентрации взвешенных веществ (дозы ила) более интенсивно растёт сопротивление осадка взвешенных веществ на мембране и, соответственно, быстрее падает величина ее удельной производительности в процессе фильтроцикла [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящей работе на основании экспериментов с фильтрованием сточной воды с различными дозами ила (от 1000 до 8000 мг/л) при различных давлениях проведены

исследования по определению оптимальных режимов эксплуатации мембран, соответствующих минимальным значениям эксплуатационных затрат (на электроэнергию и замену мембран). Эксперименты проводились на лабораторной установке с применением ультрафильтрационного мембранного аппарата с капиллярными мембранами (размер пор 0,1 мкм) и площадью поверхности мембран 1 кв. метр. Схема проведения эксперимента и схема лабораторной установки показана на рис.1.

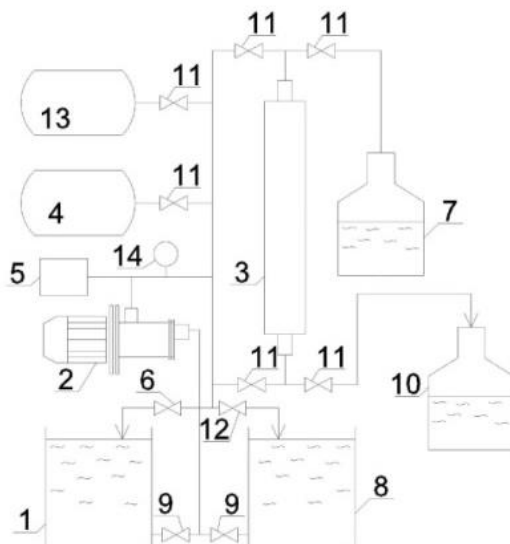


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – бак исходной воды; 2 – шестеренчатый насос; 3 – ультрафильтрационный аппарат с капиллярными мембранами; 4 – бак-гидроаккумулятор исходной воды; 5 – реле давления; 6 – клапан сброса промывной воды; 7 – бак сбора фильтрата; 8 – бак промывной воды; 9 – клапаны подачи воды в насос 2; 10 – бак сбора промывной воды; 11 – краны переключения режима с рабочего режима на режим промывки; 12 – кран сброса раствора после промывки; 13 – бак-гидроаккумулятор промывной воды; 14 – манометр

По результатам экспериментов построены графики зависимостей объема фильтрата от времени для различных давлений и концентраций ила (рис.2).

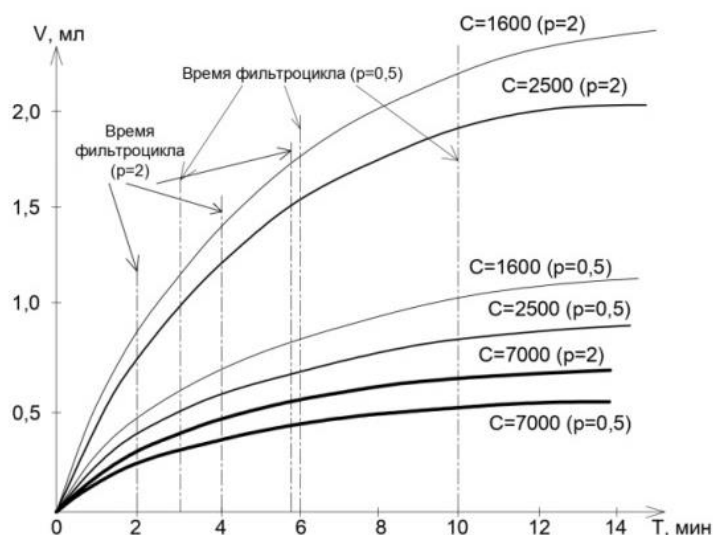


Рис. 2. Снижение производительности мембраны с течением времени для различных значений рабочего давления и доз ила

Проводя касательные к кривым в разных точках и определяя значения тангенсов наклона касательных определяем значения скоростей фильтрации с течением времени. На рисунке 3 показаны зависимости изменения скоростей фильтрации для разных концентраций ила в исходной воде для давления 2 Бара в течение фильтроцикла.

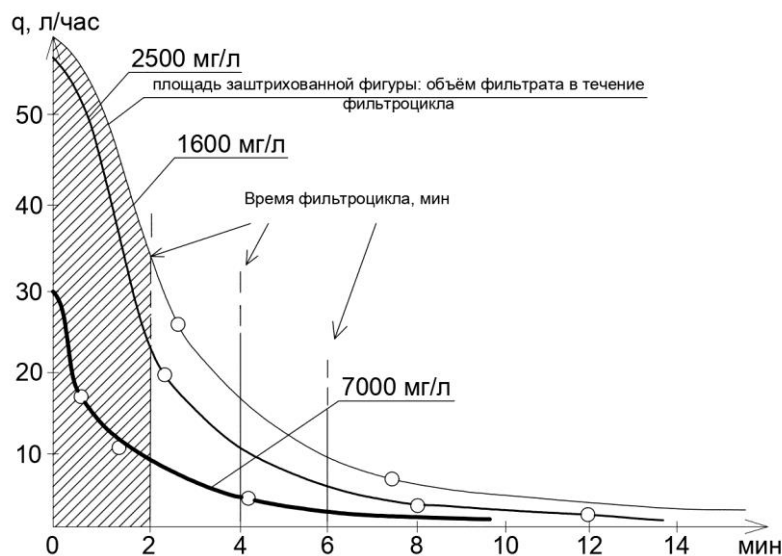


Рис. 3. Зависимости объемов профильтровавшейся через мембраны воды от времени эксперимента для давления 2 Бара и различных доз ила

Темпы снижения производительности оказываются меньше с понижением величины рабочего давления: при меньшем давлении падает величина удельного сопротивления осадка. Поэтому, представляется очень важным и интересным исследовать возможность оптимизации процесса: определить, при каких продолжительностях фильтроцикла и величинах рабочего давления можно обеспечить минимальные затраты на очистку воды.

При анализе затрат на проведение промывочных процедур мы исходили из того, что для удаления с поверхности мембран осадка, полученного при фильтрации воды с содержанием взвеси 1600 и 2500 мг/л продолжительность промывки составляла 120 и 180 секунд.

Удельный расход электроэнергии должен учитывать все расходы электроэнергии на получение только «полезного» расхода воды (за вычетом расхода на промывку), идущего к потребителю.

Значения удельных расходов получены, исходя из расчетов, что удельный расход электроэнергии, потребляемого центробежным насосом для подачи одного кубического метра воды под давлением 2 Бара составляет 0,4 кВт, а под давлением 0,5 бара - 0,15 кВт.

Площади мембран (количества мембранных аппаратов) рассчитаны для частот 6,10 и 20 для $P=0,5$ Бар и частот 10,20 и 30 для $P=2$ Бар.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

На рис. 4 показаны результаты определения удельного расхода электроэнергии при разных давлениях и режимах промывки при фильтрации воды, содержащей взвешенные вещества в количестве 1600, 2500 и 7000 мг/л. Как видно, для $C=1690$ мг/л величина давления мало влияет на расход электроэнергии, а при $C=7000$ мг/л при увеличении давления с 9,5 до 2 Бар растут на 25%. На рис.5(а) представлены результаты определения годовых эксплуатационных затрат (затрат на электроэнергию и на замену мембран) для

установки производительностью 1000 литров в час. Стоимость замены мембран определялась из расчета стоимости мембранных аппаратов (удельная стоимость аппаратов, содержащих один квадратный метр мембран, составляла 1200 руб.) и их замены 1 раз в 5 лет. На рис. 5(б) представлен пример оптимизации приведенных затрат - определение оптимального значения дозы ила в воде, подаваемой на очистку с применением ультрафильтрационных мембран, при которой сумма годовых приведенных затрат (сумма капитальных и эксплуатационных затрат) является минимальной. Оптимизационные расчеты проведены для установки производительностью 1000 куб.м в сутки, где C , в зависимости от величины дозы ила, учтены капитальные затраты на строительство аэротенка и затраты на мембраны.

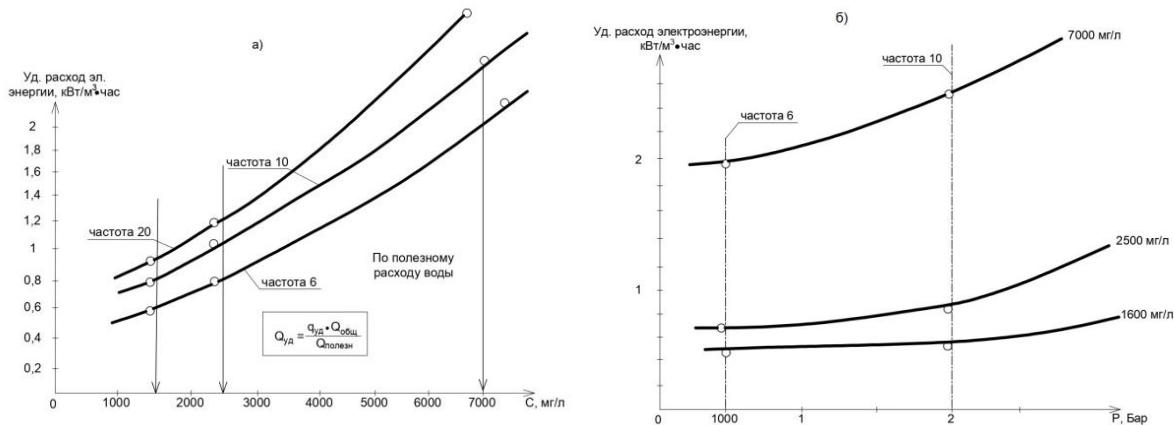


Рис. 4. Результаты определения величин удельных затрат энергии от дозы ила (а) и от величины рабочего давления (б) в зависимости от частоты проведения промывок

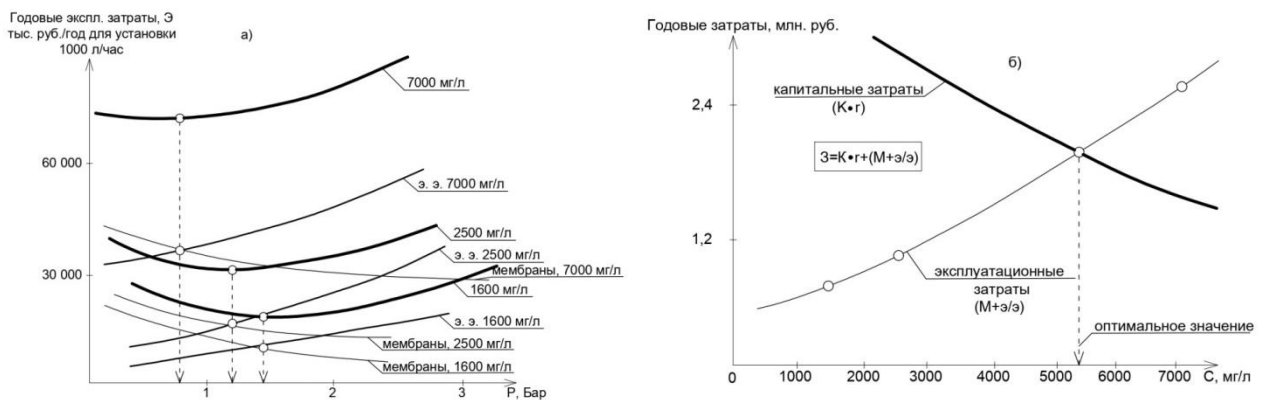


Рис. 5. Определение оптимальных значений рабочего давления и дозы ила: а) зависимость удельного значения эксплуатационных затрат (руб. за 1 куб.м в час) от выбранной величины рабочего давления; б) зависимость приведенных затрат от дозы ила в мембранном биореакторе.

ВЫВОДЫ

1. Количество взвешенных веществ в воде, поступающей в установки ультрафильтрации, оказывает влияние на производительность установки и удельные затраты электроэнергии.
2. С ростом величины рабочего давления падают удельные затраты электроэнергии на обработку воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Han Wang, Guangjing Xu, Zheng Qiu, Yan Zhou, Yu Liu.* NOB suppression in pilot-scale mainstream nitrification-denitrification system coupled with MBR for municipal wastewater treatment // *Chemosphere*, 2019, Vol. 216, pp. 633-639 DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.10.187
2. *Степанов С.В., Сташук Ю.Е., Габидуллина Л.А.* Модульные мембранные биореакторы // *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*. 2017. № 2 (110). С.
3. *T. Li, L. Zhang, W. Ai, W. Dong, Q. Yu.* A modified MBR system with post advanced purification for domestic water supply system in 180-day CELSS: Construction, pollutant removal and water allocation // *Journal of Environmental Management*, 2018, Vol. 222, pp. 37-43 DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.05.023
4. *M. S. Nawaz, F. Parveen, S. J. Khan, N. P. Hankins.* Impact of osmotic backwashing, particle size distribution and feed-side cross-flow velocity on flux in the forward osmosis membrane bioreactor (FO-MBR) // *Journal of Water Process Engineering*, 2019, Vol. 31, 100861 DOI: 10.1016/j.jwpe.2019.100861
5. *M. Gündoğdu, Y. A. Jarma, N. Kabay, T. Ö. Pek, M. Yüksel.* Integration of MBR with NF/RO processes for industrial wastewater reclamation and water reuse-effect of membrane type on product water quality // *Journal of Water Process Engineering*, 2019, Vol. 29, Article 100574 DOI: 10.1016/j.jwpe.2018.02.009
6. *P. Krzeminski, W. Langhorst, P. Schyns, D. de Vente, J. B. van Lier.* The optimal MBR configuration: Hybrid versus stand-alone — Comparison between three full-scale MBRs treating municipal wastewater // *Desalination*, 2012, Vol. 284, pp. 341-348 DOI: 10.1016/j.desal.2011.10.038

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО СЕЧЕНИЯ КАНАЛА

А. Курсеитов

студент, ahtem.kurseitov@mail.ru

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кары Ниязи, д.39

Аннотация

В данной работе рассмотрено трапецеидальное и круговое сечения канала и выявлены проблемы в процессе эксплуатации, а так же их устранение с преимуществами и недостатками.

Предмет исследования: Движение жидкости в канале. Для строительства канала необходимо определить сечение, трассу канала, определить условия работы, стоимость постройки, обслуживание и ремонт, количество материала затраченного при строительстве. В этом случае необходимо не только построить качественный канал, но и найти пути решений, которые сделают строительство и эксплуатацию более экономичным и эффективным.

Цель: В статье рассматриваются способы определения гидравлически наивыгоднейшего профиля трапецеидального сечения канала.

Материалы и методы: Способ определения гидравлически наивыгоднейшего сечения трапецеидального канала при $Q \rightarrow \max$ (то $\omega = \text{const}$) заданием параметров $m, n, i = \text{const}$, для которого средняя скорость оказывается максимальной. Выявление значений параметров по полученной формуле.

ВВЕДЕНИЕ

Каналы имеют широкое применение в регулировании вод для водоиспользования и водопотребления. Для строительства каналов сначала необходимо запроектировать его, определить сечение, трассу канала, определить условия работы, стоимость постройки, обслуживание и ремонт, количество материала затраченного при строительстве, условия строительства (то есть прочность, водостойкость грунтов, расположенных по трассе канала, отдаленность от местонахождения ресурсов для строительства, транспортировка ресурсов), годовой график расхода воды в канале, годовые колебания температуры и т. п. На трассу канала могут повлиять: расположения объектов (города, селения), рельеф местности и др. Это все влияет на выгоду эксплуатации канала. [1]

Сечение канала, при котором большая пропускная способность называется геометрически наивыгоднейшим. При строительстве это сечение не всегда может быть применено, это связано с условиями строительства, при этом установленное сечение называется практически наивыгоднейшим. [2, 3]

Рассмотрим способы определения гидравлически наивыгоднейшего сечения канала. Выберем трапецеидальное сечение канала (рис.1).

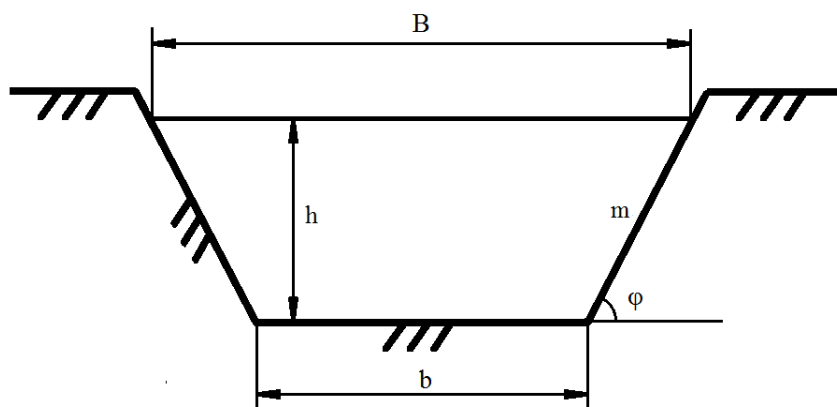


Рис. 1. Трапецеидальное сечение канала

Для того чтобы определить способы определения гидравлически наивыгоднейшего сечения канала нужно сначала разобраться с гидравлическими элементами живого сечения потока. Этими элементами служат: b – ширина канала по дну; h – глубина канала; m – коэффициент откоса равен $m = ctg \varphi$, где угол φ задают не по соображениям гидравлического расчета, а учитывая устойчивость грунта откоса; B – ширина потока по верху, i – уклон, n – коэффициент шероховатости. От этих параметров определяется величина живого сечения ω , смоченный периметр χ , гидравлический радиус R , относительная ширина канала по дну β , расход Q , скорость потока воды v . [2, 4]

Ширина канала как по дну, так и по верху зависят от глубины, коэффициента откоса, рельефа местности, устойчивости грунтов и т. д. Чем больше коэффициент уклона, тем больше расчетная скорость, а значит, потребуется больше материала и производства работ. А при увеличенных заданных характеристиках объема пропускания воды стоимость еще более увеличивается. Поэтому рекомендуется определение и подбор геометрически наивыгоднейшего сечения канала.

Одним из способов определения гидравлически наивыгоднейшего сечения трапецеидального канала является заданием следующих параметров: $m, n, i = const$, и нужно найти такие параметры сечения, при котором $Q \rightarrow \max$ (то $\omega = const$) или при $v \rightarrow \max$ (то $Q = const$). [2]

Можно найти ряд различных поперечных профилей канала. На рисунке 2 приведены варианты сечений. Для этого чертежа имеем

$$\begin{cases} m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_0 = const \\ i_1 = i_2 = i_3 = \dots = i_0 = const \\ n_1 = n_2 = n_3 = \dots = n_0 = const \\ Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_0 = const \end{cases} \quad (1)$$

где индексы 1,2,... означают, варианта канала. Из них первый характеризуется весьма малой глубиной (пропускная способность обеспечивается приданием большой ширины), а последний – весьма малой шириной (пропускная способность обеспечивается приданием большой глубины). На рис. 2.а для примера представлены 3 варианта.

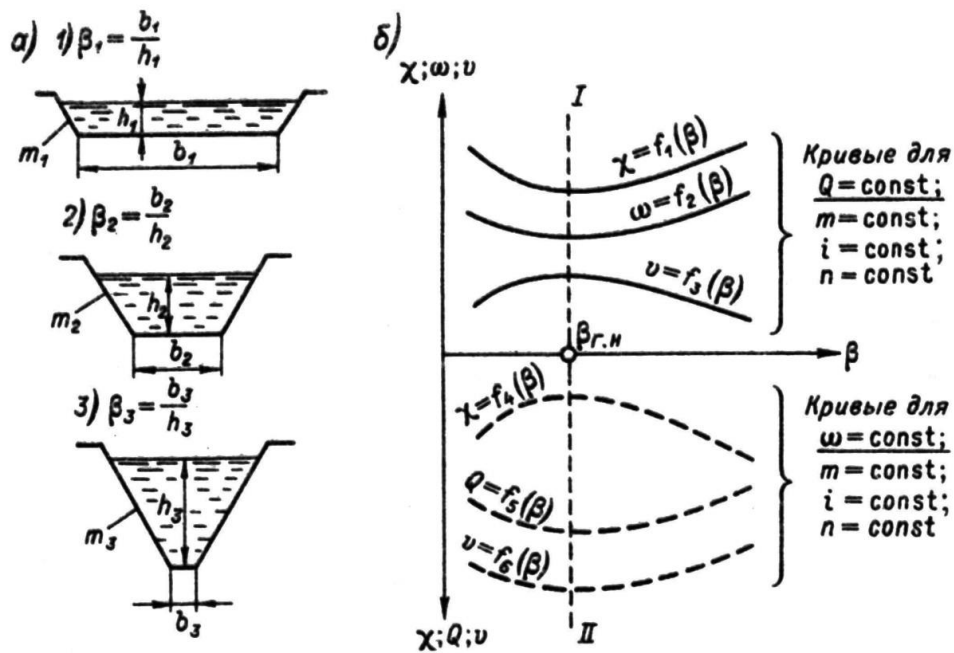


Рис. 2. Измерение элементов живого сечения (χ , ω , v ; Q) с изменением относительной ширины трапецидального канала

Примем

$$\begin{cases} \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \dots; \\ \chi_1 \neq \chi_2 \neq \chi_3 \neq \dots \end{cases} \quad (2)$$

Очевидно, что при первом варианте, χ будет равен b , а при последнем χ будет равен $2h$, поэтому скорость для этих вариантов должна быть относительно малой. Из этого вытекает, что среди ряда вариантов имеется такой промежуточный, для которого средняя скорость v оказывается максимальной

$$v = v_{\text{макс}} \quad (3)$$

а следовательно, площадь живого сечения (равная Q_0/v) – минимальной:

$$w = w_{\text{мин}} \quad (4)$$

Поперечный профиль, подходящий к этим условиям, и является гидравлически наивыгоднейшим.

Итак, гидравлически наивыгоднейшим профилем трапецидального канала называется профиль, который (при заданных m , n , i , Q) характеризуется максимально возможной средней скоростью v , а, следовательно, площадью живого сечения.

Теперь определим параметры сечения.

Обозначим относительную ширину по дну гидравлически наивыгоднейшего профиля через $\beta_{\text{г.н.}}$:

$$\beta_{\text{г.н.}} = \left(\frac{b}{h} \right)_{\text{г.н.}} \quad (5)$$

Все выше сказанное представим в виде кривых $\chi = f_1(\beta)$; $w = f_2(\beta)$ и $v = f_3(\beta)$, показанных на рисунке 2.б, а при условии $\omega = \text{const}$, кривые $\chi = f_4(\beta)$; $Q = f_5(\beta)$ и $v = f_6(\beta)$.

Вертикаль I-Ша на рисунке 2.6 указывает на максимальную скорость и расход, при которых смоченный периметр и площадь поперечного сечения минимальны.

Рассмотрим сплошные кривые графика, для определения величины $\beta_{г.н}$ можем написать следующую систему двух уравнений

$$\begin{cases} \frac{dw}{d\beta} = 0; \\ \frac{d\chi}{d\beta} = 0; \end{cases} \quad (6)$$

Подставляя в это выражение выражения $w = h^2(\beta + m)$, $\chi = h(\beta + 2\sqrt{1+m^2})$ и выполняя дифференцирование, получаем

$$\frac{dw}{d\beta} = 2h\beta_{г.н.} \left(\frac{dh}{d\beta} \right)_{г.н.} + h^2 + 2m \left(\frac{dh}{d\beta} \right)_{г.н.} = 0; \quad (7)$$

$$\frac{d\chi}{d\beta} = 2\beta_{г.н.} \left(\frac{dh}{d\beta} \right)_{г.н.} + h + 2\sqrt{1+m^2} \left(\frac{dh}{d\beta} \right)_{г.н.} = 0. \quad (8)$$

Решая, получим

$$\beta_{г.н.} = \left(\frac{b}{h} \right)_{г.н.} = 2(\sqrt{1+m^2} - m) \quad (9)$$

Последнее выражение указывает на зависимость от откоса и относительной ширины по дну канала для гидравлически наивыгоднейшего профиля. Это же выражение можно найти и из рассмотрения кривой $\chi = f_4(\beta)$, показанной на графике штриховой линией ниже оси β . [2]

Установим, что h равен двум метрам, тогда зависимости примут следующие значения, указанные в табл. 1.

Таблица 1. Зависимость ширины канала b от относительной ширины по дну β при $h = 2$

m		β	b	w	χ
единицы	градусы	единицы	м	м ²	м
5,671282	10	0,174977	0,349955	23,38504	23,38504
2,747477	20	0,35265	0,705308	12,40053	12,40053
1,732051	30	0,535898	1,071797	9,071797	9,071797
1,191754	40	0,727940	1,455881	7,678776	7,678776
1	45	0,828427	1,656854	7,313709	7,313708
0,8391	50	0,932615	1,865231	7,08686	7,08686
0,57735	60	1,154701	2,309401	6,928203	6,928203
0,36397	70	1,40041	2,80083	7,057541	7,057541
0,176327	80	1,678199	3,356399	7,418105	7,418105

Определим наилучший уклон и размеры канала при его глубине равной 2 метра. Для этого построим график зависимости $\chi=f(\beta)$ от откоса m для гидравлически наивыгоднейшего профиля изображенный на рис. 3.

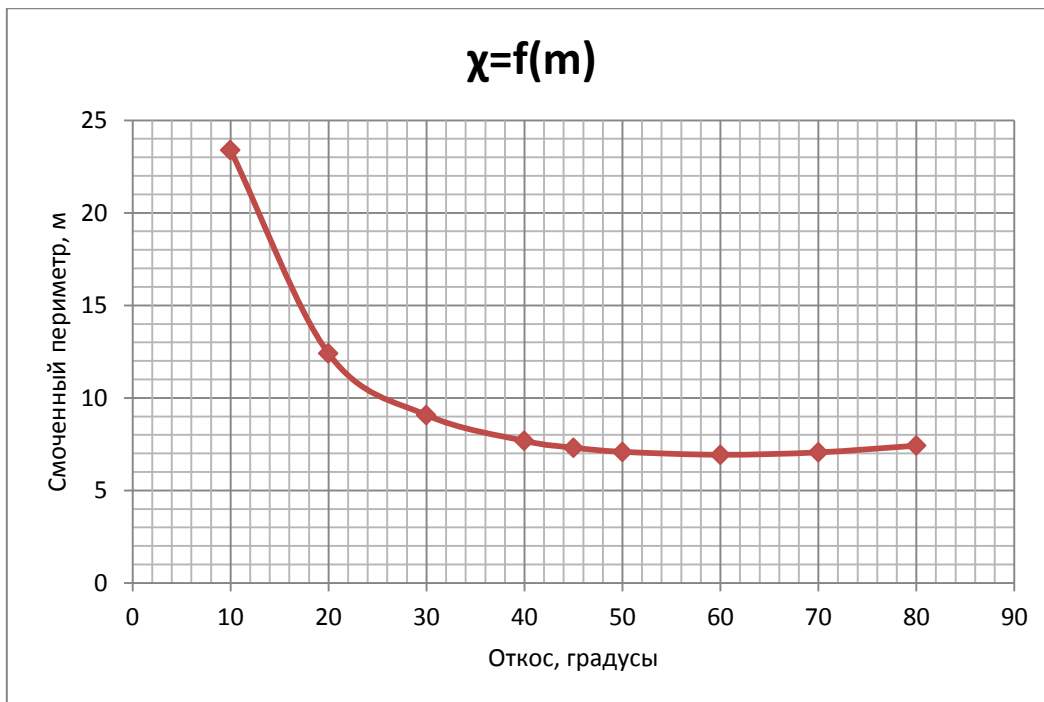


Рис. 3. График зависимости $\chi = f(\beta)$ от откоса m для гидравлически наивыгоднейшего профиля

Для определения наибольшей пропускной способности необходимо чтобы смоченный периметр был минимальным. На графике, смоченный периметр минимален, только при откосе равным 60° . При этом ширина канала по дну, по полученным данным из табл. 1, равна 2,31 метра, а его боковые стороны равны

$$a = (\chi - b)/2 = (6,93 - 2.31)/2 = 2.31 \text{ м} \quad (10)$$

Из (10) следует, что ширина канала по дну и боковые стороны равны между собой и при этом углы между ними равны $180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$. А эта форма сечения канала больше всего напоминает о правильном шестиугольнике разрезанного вдоль диагонали.

Выше мы искали гидравлически наивыгоднейшие размеры трапециевидальной формы. Теперь подставим здесь иную задачу: среди всех возможных форм поперечного сечения русла найти гидравлически наивыгоднейшую форму.

Круговое сечение определяется радиусом r , а глубина h . Относительная глубина равна

$$\frac{h}{r} = 2 \sin^2 \frac{\varphi}{4} \quad (11)$$

где φ – центральный угол сегмента (рис.4).

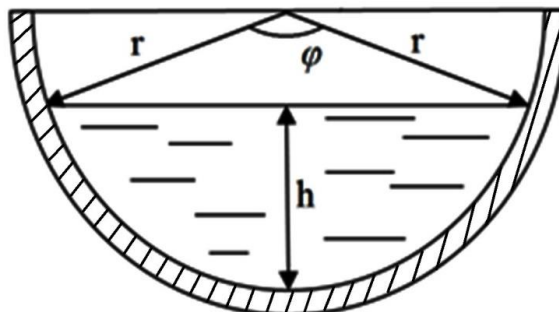


Рис. 4. Круговое (сегментное) сечение канала

Для сегментного сечения

$$\varphi_{з.н.} = \pi; \psi_{з.н.} = \left(w / R^2 \right)_{з.н.} = 2\pi = 6,28 \quad (12)$$

ψ – характеристика живого сечения.

Гидравлически наивыгоднейшей формой живого сечения является полукруг (поскольку в этом случае мы имеем минимальную величину χ , а, следовательно, минимальную поверхность трения).[3]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные значения выше в табл.1 выражают параметры гидравлически наивыгоднейшего трапецидального живого сечения канала глубиной воды равной 2 метра, при разных значениях откоса, но при дальнейших вычислениях, самый наивыгоднейший откос имеет размерность 60° , напоминающий форму правильного шестиугольника. А самой наивыгоднейшей формой является полукруг.

ВЫВОДЫ

При этом можно сделать следующие выводы:

1) при строительстве каналов чаще всего применяют трапецидальное сечение канала, потому что это сечение более выгодно и просто в строительстве.

2) при проектировании каналов, нужно учитывать и процесс заиления, ведь при этом сечение канала уменьшается, это препятствует самотеку воды. Эту задачу можно решить несколькими способами.

3) при этом очищение воды от крупных примесей является основным, но эти сооружения займут много места, а также их необходимо обслуживать и ремонтировать, что делает это невыгодным.

4) необходимо уменьшить шероховатость (сопротивления) смоченного периметра канала, для увеличения пропускной способности в канале.

Дальнейшим развитием нахождения гидравлически наивыгоднейшей формой живого сечения может послужить нахождение формы сечения, которое выбирает себе водяной поток. Если канал выполнить в этой форме сечения, то заиление и размыва канала не будет, что и решает эксплуатационные проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://studfiles.net>
2. Чугаев Р.Р. Гидравлика //Энергоиздат №41982.С 246-251.
3. Штеренлихт Д.В. «Гидравлика» Москва «Энергоатомиздат» 1984. С 337-339.
4. https://studme.org/148820/matematika_himiya_fizik/vidy_kanalov_geometricheskie_elementy_secheniya_kanala

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ (ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ВОКЗАЛ Г. ТВЕРЬ)

С.К. Хлебников¹, А.Л. Суздалева²

¹студент, *s.xlebnikov@mail.ru*

²научный консультант, проф., д-р биол. наук, проф., *SuzdalevaAL@yandex.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

Почти любая деятельность человека влияет на окружающую среду. Исключением не являются и железнодорожные коммуникации. В статье подробно разобрано воздействие железнодорожного транспорта и объектов железнодорожной инфраструктуры на экологию во время эксплуатации. Рассмотрены основные типы загрязнений окружающей среды, их источники и наиболее эффективные способы борьбы с ними. Проанализированы экологические отчеты компании ОАО «РЖД» за последние годы и ее стратегия развития природоохранной деятельности до 2030 года. В целях выявления проблемы сохранения культурного наследия разобрано влияние окружающей среды на уникальные сооружения на примере здания нового вокзала в г. Тверь. Рассмотрены ошибки проектирования и природные факторы, которые привели к повреждению облицовки фасада здания, являющегося образцом советского модернизма.

Ключевые слова: охрана окружающей среды; железнодорожный транспорт; экологическая стратегия; загрязнение атмосферы; шумовое загрязнение; вокзал.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, многие люди любят путешествовать. Один из самых распространенных и удобных способов передвижения по нашей огромной стране - поезда. Приезжая в другой город, что вы увидите первым? Конечно же, вокзал. Можно сказать, что именно это место создает первое впечатление о городе у туриста. Именно поэтому в большинстве городов вокзалы – это сооружения с уникальной архитектурой, независимо от периода постройки.

Каждое сооружение, так или иначе, влияет на окружающую среду, так же и природа оказывает негативное воздействие на объект. Такие взаимодействия необходимо учитывать на этапе проектирования. Они вынуждают вводить поправки в генеральный проект и совершать учет экологических воздействий при строительстве. Предлагаем рассмотреть подобные взаимодействия на примере здания нового вокзала г. Тверь, строительство которого велось в 1984—1990 годы.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

При любом воздействии технической деятельности человека на окружающую среду возникает природно-техническая система (ПТС) [1]. Задача человека состоит в том, чтобы сделать эту ПТС управляемой, т.к. развитие стихийных ПТС чаще всего идет по пути деградации окружающей среды. В рассматриваемой природно-технической системе вся железнодорожная инфраструктура играет роль экологического регулятора [2]. От качества работы этого регулятора зависит, что будет происходить с окружающей средой: деградация, сохранение или развитие. Наиболее подробный анализ природоохранной деятельности

объектов железнодорожной инфраструктуры можно провести на основе годовых отчетов и Экологической стратегии охраны окружающей среды компании ОАО «РЖД».

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Вокзальный комплекс. Особое внимание стоит уделить архитектуре вокзала. Это здание является образцом второй волны авангарда в советской архитектуре. Его архитектурный стиль можно отнести к советскому модернизму, о чем говорят окна фасада, выполненные в виде перевернутых стеклянных арок (рис. 1). Огромные окна позволили внутри зала ожидания разбить оранжерею, где было собрано более двухсот видов растений.



Рис. 1. Фасад нового вокзала

Рассматривая влияние этого сооружения на экологию, стоит акцентировать внимание не на воздействии самого здания вокзала на окружающую среду, а на воздействия вокзального комплекса в целом, как крупнейшего транспортно-пересадочного узла Тверской области. Комплекс состоит из пассажирского терминала, ежедневный пассажиропоток которого составляет порядка 11 тысяч человек, четырех платформ и пяти путей, через которые проходит более 130 пассажирских поездов дальнего следования в сутки. Еще большие размеры имеет часть узла, предназначенная для грузовых перевозок. В ее состав входят 7 платформ с 82 путями, ремонтное локомотивное депо, вагонное депо, склад топлива и многое другое.

Стоит отметить, что, несмотря на достаточно большое влияние на окружающую среду, железнодорожный транспорт является наиболее экологически чистым (рис. 2).



Рис. 2. Негативное воздействие транспорта на окружающую среду в России

Для получения более объективной оценки экологичности железнодорожного транспорта следует рассмотреть влияние на окружающую среду как транспорта, передвигающегося по путям сообщения, так и непосредственно самих вокзальных комплексов и пунктов ремонта и обслуживания подвижных составов.

Типы загрязнений. Основными типами загрязнений, вызываемых железнодорожным транспортом, являются ингредиентные и энергетические загрязнения. Вторые включают в себя электромагнитные и шумовые загрязнения. Основным их отличием является то, что ингредиентные загрязнения могут накапливаться и остаются после устранения источника загрязнений. К этому типу относятся выбросы вредных веществ в атмосферу, а также загрязнение почвы и водоемов в результате деятельности объектов инфраструктуры и самих подвижных составов. Энергетические загрязнения, напротив, существуют только совместно с источником и исчезают при его устранении. К ним относятся шум и электромагнитные поля, вызывающие появление блуждающих токов в почве.

Загрязнение атмосферы. Наибольшая часть ингредиентных загрязнений выделяется в атмосферу в виде выбросов вредных веществ, например сажи, оксидов углерода, азота и серы, углеводородов и свинца. Эти вещества оказывают негативное воздействие, как на растения и животных, так и на человека. Основными источниками такого рода загрязнений являются двигатели тепловозов и стационарные источники, такие как тепловые электростанции, вырабатывающие энергию для электрического транспорта, и предприятия по производству и ремонту всех видов подвижного состава [3].

Анализируя годовые отчеты ОАО «РЖД» можно заметить, что в последние несколько лет количество выбросов в атмосферу сильно уменьшается (рис. 3). Это осуществляется благодаря постепенному переходу с топливной тяги на электрическую, т.к. электровозы намного экологичнее, а выбросы электростанций локализованы и проще устраняются с помощью фильтрации. Также существенный вклад вносит реконструкция действующего пылегазоулавливающего оборудования, внедрение новых технологий очистки и улавливания вредных веществ и использование возобновляемых источников энергии.

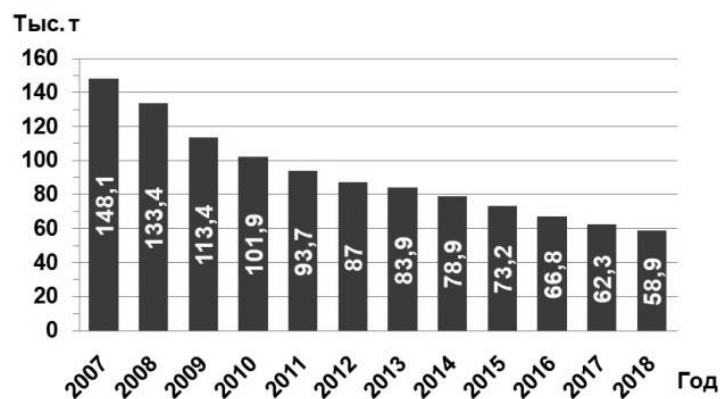


Рис. 3. Динамика снижения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, тыс. т

В перспективе компания ОАО «РЖД», согласно экологической стратегии до 2030 года, планирует снизить показатели выброса вредных веществ в атмосферу от подвижных и стационарных источников на 45 – 55% в случае реализации "оптимистичного" сценария и на 10% в случае реализации "пессимистичного" сценария развития природоохранной деятельности (рис. 4) [4].

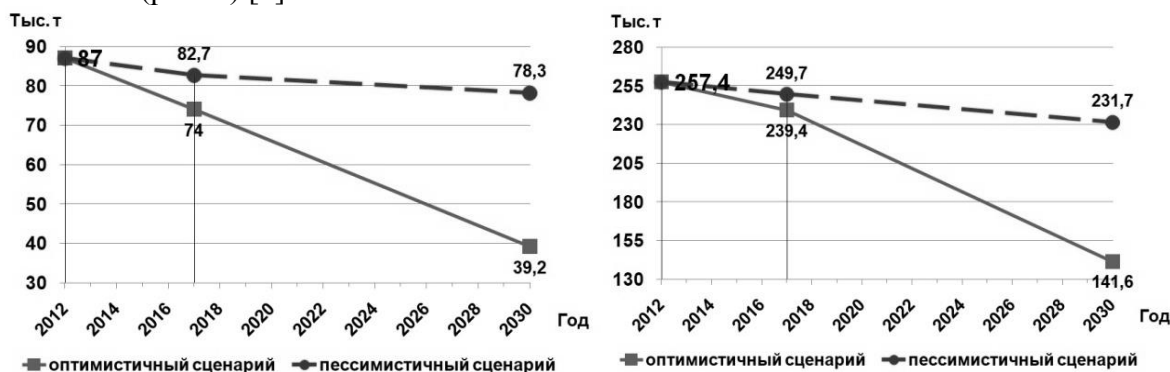


Рис. 4. Прогноз изменения выбросов загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками на период до 2030 года в ОАО "РЖД", тыс. т

Загрязнение водных ресурсов. Наряду с уменьшением выбросов в атмосферу уменьшается и сброс сточных вод, как очищенных, так и загрязненных. Основную часть водопотребления занимают хозяйственно питьевые и производственные нужды. В период с 2007 года, согласно годовым отчеты ОАО «РЖД», потребление воды и сброс сточных вод значительно уменьшаются (рис. 5). Это достигается путем сокращения нерационального расходования воды, внедрения водосберегающих технологий, систем оборотного водоснабжения и повторного использования воды, а так же за счет реконструкции и строительства канализационных очистных сооружений и внедрения маловодных технологий отмывки подвижных составов.

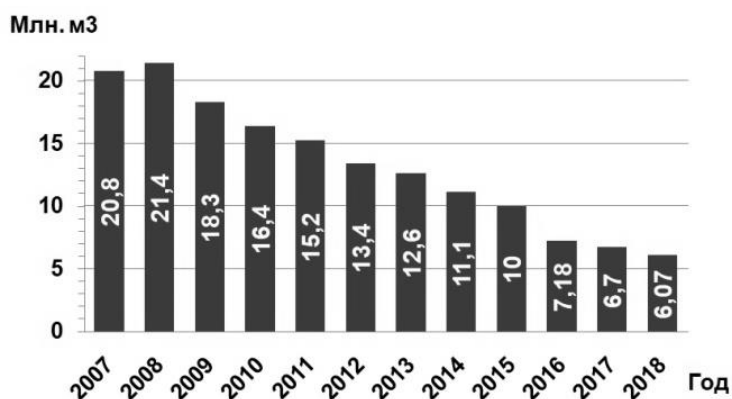


Рис. 5. Динамика снижения сброса загрязненных сточных вод в поверхностные объекты и на рельеф местности филиалами ОАО «РЖД», млн. м3

В перспективе компания ОАО «РЖД» планирует снизить показатели сброса недостаточно очищенных сточных вод на 75 % в случае реализации "оптимистичного" сценария и на 25 % в случае реализации "пессимистичного" сценария развития природоохранной деятельности, согласно экологической стратегии до 2030 года (рис. 6).



Рис. 6. Прогноз изменения сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты и на рельеф местности на период до 2030 года в ОАО «РЖД», млн. м3

Шумовое загрязнение. Из энергетических загрязнений наибольшее негативное воздействие на окружающую среду оказывает шум [5]. Его источниками могут являться как стационарные предприятия, так и подвижные составы. Очевидно, что стационарные источники, такие как ремонтные депо, вокзалы и сортировочные станции, создают шум в результате технологических операций, выполняемых различным оборудованием.

Интереснее дело обстоит с подвижными составами. Они создают шум как за счет работы двигателей и иного оборудования, так и за счет своего движения по рельсам. Причем этот механический шум является основным фактором загрязнения. Он возникает из-за специфического строения железнодорожного полотна. В России использовались стандартные рельсы длиной 25 метров, что увеличивало частоту попадания колес состава на их стыки. Для снижения уровня шумового загрязнения старое железнодорожное полотно постепенно заменяется на современное бесстыковое, расстояние между стыками рельсов в котором превосходит 350 метров.

Также вблизи населенных пунктов и особо охраняемых природных зон устанавливают шумозащитные экраны, что тоже позволяет уменьшать степень шумового загрязнения. Чтобы не портить внешний вид города высокими экранами возможно использование низких шумозащитных экранов в сочетании с фартуками на подвижных составах (рис. 7). Также в целях борьбы с шумовым загрязнением компания ОАО «РЖД» осуществляет работы по рельсошлифованию, замену чугунных тормозных колодок композитными, лесонасаждение и многое другое.

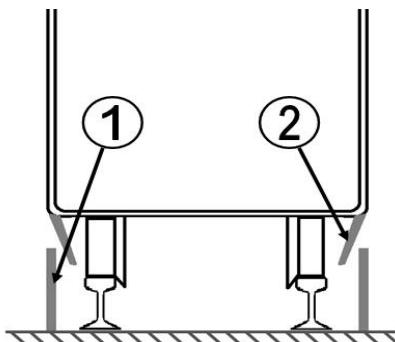


Рис. 7. Низкий шумозащитный экран в сочетании с шумозащитным фартуком на подвижном составе:
1 – экран; 2 – фартук

Электромагнитное загрязнение. Влияние электромагнитных загрязнений на живые организмы до сих пор еще до конца не изучено. Есть предположения, что они могут воздействовать на нервную систему человека и изменять кровяное давление. Источниками электромагнитного загрязнения являются подвижные составы на электротяге, высоковольтные линии автоблокировки при автономной тяге и контактная сеть при электрической тяге (рис. 8). Электромагнитные поля, вызываемые этими источниками, наносят особенный ущерб в городской среде. Они создают блуждающие токи [6] в почве под железнодорожным полотном, которые в свою очередь ускоряют коррозию трубопроводов, проложенных под землей. В результате ускорения коррозии в почве повышается концентрация оксидов металлов.

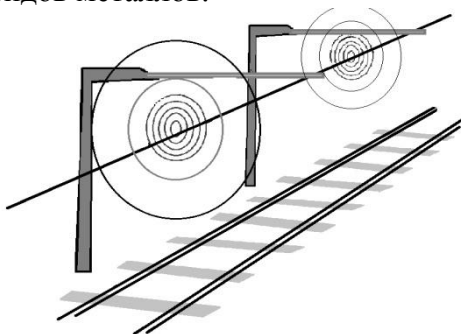


Рис. 8. Контактная сеть, как источник электромагнитного загрязнения

В ближайшем будущем вряд ли станет возможным сокращение количества электромагнитных загрязнений. Напротив, в условиях активной электрификации подвижных составов это количество будет только возрастать. Но, этот шаг оправдан, ведь ингредиентные загрязнения, вызываемые подвижными составами на топливной тяге, наносят гораздо больше ущерба окружающей среде.

Все перечисленные выше загрязнения характерны как для железнодорожных перегонов [7], так и для вокзальных комплексов. Отличие в том, что на вокзалах из-за

усиленного сконцентрированного движения поездов, а также работы железнодорожной инфраструктуры количество загрязнений увеличивается в несколько раз, что наносит серьезный ущерб экологии прилегающей части города.

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ЗДАНИЕ ВОКЗАЛА

Как было сказано в начале, не только сооружение оказывает негативное воздействие на экологическую обстановку в прилегающей местности, но и сама окружающая среда оказывает свое влияние на объект. В большинстве случаев это влияние негативное.

Вокзал, взятый для исследования, открытый в 1991 году значительно пострадал от воздействия атмосферных осадков. Здание нового вокзала имеет интересное архитектурное решение, но не продумано с технической стороны. При проектировке не учтено повышенное количество осадков в нашей полосе. В результате дождей и таяния снегов вода стекает по аркам, в результате чего в их нижних частях вымывается цементный раствор и разрушается каменная кладка (рис. 9). Это происходит из-за отсутствия водостоков, наличия минеральных примесей в дождевой воде и снеге, низкой коррозионной стойкости известняка, который используется в качестве облицовочного материала на фасаде здания вокзала, связанной с его большой пористостью, а также из-за образования сконцентрированных потоков дождевой воды в нижних точках дуг арок. Таким образом, за 30 лет функционирования здания вокзала, его фасад сильно пострадал и утратил былую красоту.



Рис. 9. Коррозия каменной кладки фасада

ВЫВОДЫ

Несомненно, все объекты, связанные с железнодорожной инфраструктурой, как подвижные составы, так и стационарные объекты, ремонтные депо, электростанции и многое другое, наносят большой ущерб окружающей среде. Но не стоит забывать, что они оказывают самое незначительное влияние на экологию по сравнению с остальными транспортными структурами. При этом ежегодно успешно ведутся работы по уменьшению количества выброса различных вредных веществ и понижению уровня шумового загрязнения.

В настоящее время человечество еще не готово предложить кардинально новое и абсолютно экологичное решение проблемы транспортировки пассажиров и грузов. Таким образом, самым эффективным способом защиты окружающей среды является внедрение новых технологий в уже существующие транспортные структуры. Примерами подобного внедрения и являются подвижные составы на электротяге, бесстыковые пути и многое другое, рассмотренное выше.

В свою очередь, чтобы минимизировать воздействие окружающей среды на здания и сооружения нужно на этапе проектировки учитывать климатические особенности региона, грамотно подбирать материал, который будет подходить для эксплуатации в данных климатических условиях по водостойкости, морозостойкости, стойкости против выветривания и прочим параметрам. Такой основательный подход к проектированию может обеспечить надежность и долговечность сооружения, при эксплуатации в заданных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Суздалева А.Л.* Природно-технические системы: авторский сайт [Электронный ресурс]: <http://www.ntsyst.ru> (дата обращения 26.02.2020).
2. *Суздалева А.Л.* Создание управляемых природно-технических систем. М.: ИД Энергия, 2016. 160 с.
3. *Пронин А.П.* Влияние железнодорожного транспорта на окружающую природную среду // Автоматика на транспорте. 2016. №4. С. 610-623
4. *Духно Н.А., Иванкин В.И.* Экологическая стратегия охраны окружающей среды на Российских железных дорогах // Аграрное и земельное право. 2016. № 4 (136). С. 98-115.
5. *Панова Н.С.* Влияние железнодорожного транспорта на экологию // Научно-технический вестник Поволжья. 2010. № 1. С. 139–144.
6. *Грицык В.И., Космин В.В.* термины и понятия (словарь): Транспорт. Строительство. Экономика. Менеджмент. Маркетинг. Системотехника. Информатика. М.: УМК МПС России, 2000.
7. *Захаров В.А., Михальченко А.А., Захаров Д.В.* Краткий толковый словарь железнодорожных терминов. Гомель: БелГУТ, 2014. 54 с. С. 23–24.
8. Открытое акционерное общество «Российские железные дороги». Отчет о деятельности в области устойчивого развития. Корпоративный социальный отчет за 2018 год. С. 134–143.

Секция 4. RELIABILITY OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕЧЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ

А.З. Абидов¹, А.А. Яндиев², Ю.А. Шапошникова³

¹ студент, abidov.ru@mail.ru

² студент, yand.akromat@gmail.com

³ канд. техн. наук, доц. каф. ЖБК ИСА

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», 129337, Москва, Ярославское шоссе, д.26

Аннотация

Предмет исследования: Статья посвящена проблеме выбора оптимальных параметров железобетонных прямоугольных балок. При выборе размера сечений балок необходимо учитывать как экономическую составляющую, так и функциональную целесообразность конструкции. Приведен анализ зависимости стоимости однопролетной шарнирно-опертой железобетонной балки от выбранных параметров ее сечения при действии равномерно распределённой внешней нагрузки.

Цели: Определить оптимальный диапазон параметров сечения железобетонных шарнирно-опертых балок (высоты, ширины, армирования, класса бетона и арматуры) в зависимости от равномерно-распределенной внешней нагрузки.

Материалы и методы: Традиционный метод расчёта прочности железобетонной балки, приведенный в СП.63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Результаты: Представлена зависимость стоимости однопролетной шарнирно опертой железобетонной балки прямоугольного сечения от действия различной равномерно распределённой нагрузки.

Выводы: Получена зависимость стоимости железобетонной балки от высоты сечения, пролета и значения внешней нагрузки. По результатам исследования сделан вывод об оптимальном диапазоне параметров сечения железобетонных шарнирно-опертых балок. Полученные данные могут быть распространены и на другие диапазоны нагрузок и пролетов.

ВВЕДЕНИЕ

Сутью проектирования конструкций является не только обеспечение безопасной эксплуатации, но и минимизация финансовых затрат. Процесс проектирования железобетонных конструкций включает в себя два основных этапа: назначение предполагаемых геометрических параметров поперечного сечения и подбор требуемого армирования. Составляющие конструкций, бетон и сталь, существенно различаются по стоимости. В связи с ограниченностью сортамента прокатной арматуры невозможно с достаточной точностью соблюсти требуемую площадь армирования, что создает дополнительные ограничения при проектировании. Поэтому часто экономическая эффективность железобетонных элементов значительно снижается для обеспечения

требований технологичности и безопасности. Предварительное назначение параметров железобетонных конструкций важная задача, которая должна решаться не только исходя из прочностных характеристик материала, но также и из соображений эффективности, надежности и наименьшей материалоемкости.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Вопросом оптимального проектирования железобетонных балок занимаются многие российские и зарубежные ученые [1-5].

Большой вклад в развитие методов расчета железобетонных конструкций внесли Карпенко Н. И. Байков В. Н. [1, 4]. В работе Карпенко Н. И. построена общая теория деформирования и разрушения бетона и железобетона при различных видах нагружения. Байков В. Н. внес существенный вклад в развитие расчета строительных конструкций из сборного железобетона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект расчета: однопролетная, шарнирно-опертая железобетонная балка прямоугольного сечения, из бетона класса В20 ($R_b=11500$ кН/м², $R_{bt}=900$ кН/м²), арматура классов А500 ($R_s=435000$ кН/м², $R_{sc}=400000$ кН/м², $\xi_R=0,493$, $\alpha_R=0,372$) и А240 ($R_s=210000$ кН/м², $R_{sc}=170000$ кН/м²) (рис. 1). Расчетный пролет балки $l_0=5$ м. Ширина балки $b=h/3$, где h – высота балки. Защитный слой бетона $a=0,03$ м. Полная равномерно распределенная нагрузка принималась $q=7, 10, 12$ кН/м.

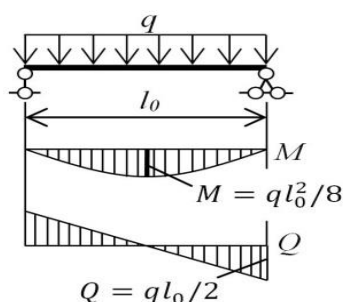


Рис. 1. Расчетная схема и эпюры усилий в балке

Внешний момент

$$M = \frac{ql_0^2}{8}$$

Поперечная сила в нормальном сечении от внешней нагрузки

$$Q_{\max} = \frac{ql_0}{2}$$

Коэффициент α_m

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2}$$

Проверяем выполнение условия (требуется ли сжатая арматура)

$$\alpha_m < \alpha_R$$

Требуемая площадь растянутой арматуры в сечении

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s}$$

Выбрав размеры сечения балки и получив требуемую площадь сечения арматуры, по сортаменту горячекатаной арматуры принимался диаметр продольных стержней [6-7].

В качестве поперечной арматуры использовалась арматура класса А240 диаметром 8 мм, площадь стержня $0,503 \text{ см}^2$, в поперечном сечении располагаются два плоских каркаса $n=2$, $A_{sw}=2*0,503=1,06 \text{ см}^2$.

Условие прочности наклонного сечения

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}$$

где Q – поперечная расчетная сила в рассматриваемом сечении; Q_b – поперечная сила, воспринимаемая бетоном; Q_{sw} – поперечная сила, воспринимаемая хомутами [1, 4, 6].

Вычисляем поперечную силу, воспринимаемую бетоном Q_b , предполагая, что проекция наклонного сечения принимает максимальное значение при $c=3h_0$

$$M_b = 1,5 R_{bt} b h_0^2$$

$$Q_b = \frac{M_b}{c}$$

Из конструктивных соображений назначим шаг поперечной арматуры s_w . В таблице 1 приведен шаг поперечной арматуры в зависимости от высоты сечения балки и от зоны ее расположения: s_{w1} – шаг поперечной арматуры в приопорной части балки, равной $l_0/4$, s_{w2} – шаг поперечной арматуры в средней части балки (принят конструктивно).

Таблица 1. Шаг поперечной арматуры

$b \times h$, мм	100 x 300	120 x 350	140 x 400	150 x 450	170 x 500	190 x 550	200 x 600	220 x 650	240 x 700	250 x 750	270 x 800
s_{w1} , мм	100	100	200	200	250	250	300	300	300	300	300
s_{w2} , мм	200	250	300	300	350	400	450	450	500	500	500

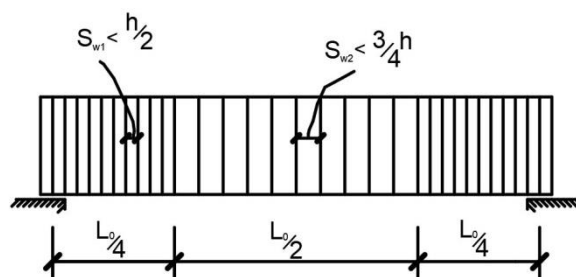


Рис. 2. Схема армирования балки поперечной арматурой

$$Q = Q_{\max} - q_1 c$$

$$q_1 = q - 0,5 q_v$$

где q_v – расчетная временная нагрузка, кН.

Фактическая погонная нагрузка на хомуты при шаге поперечных стержней s_w

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_{w1}}$$

Невыгоднейшее значение c равно

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}}$$

Поперечная сила, воспринимаемая хомутами Q_{sw} при c_0 – длине проекции наклонной трещины, принималась равной c , но не более $c_0 = 2h_0$

$$Q_{sw} = 0,75q_{sw}c_0$$

Затем проверялось выполнение условия $Q \leq Q_b + Q_{sw}$. При невыполнении этого условия уменьшался шаг поперечной арматуры s_{w1} .

На основании полученных данных, рассчитывалась стоимость балки без учета транспортировки материалов. В таблице 2 приведены средние стоимости материалов, представленных на рынке в 2020 году.

Таблица 2. Стоимость материалов

Материал	Стоимость
Бетон класса B20	3400 руб. за 1 м ³
Арматура класса A240 диаметра 8 мм	15 руб. за 1 м.п.
Арматура класса A500 диаметра 6 мм	9 руб. за 1 м.п.
Арматура класса A500 диаметра 10 мм	24 руб. за 1 м.п.
Арматура класса A500 диаметра 12 мм	33 руб. за 1 м.п.
Арматура класса A500 диаметра 14 мм	44 руб. за 1 м.п.
Арматура класса A500 диаметра 16 мм	59 руб. за 1 м.п.

Длина поперечной арматуры l_{sw} (одного хомута)

$$l_{sw} = 2(b + h_0 + 1,5d_1 + 0,5d_2 - 0,07) + 0,1$$

Стоимость бетона в конструкции

$$C_b = (bhl_0 - mA_{sw}l_{sw} - 2A_s l_0)x_b$$

где x_b – стоимость бетона; m – количество хомутов в балке

$$m = \frac{l_0}{2} \left(\frac{1}{s_{w1}} + \frac{1}{s_{w2}} \right)$$

Стоимость поперечной арматуры

$$C_{A240} = ml_{sw}x_{A240}$$

где x_{A240} – стоимость поперечной арматуры.

Стоимость продольной рабочей арматуры

$$C_{A500} = 2l_0x_{A500}$$

где x_{A500} – стоимость поперечной рабочей арматуры.

Стоимость продольной конструктивной арматуры

$$C'_{A500} = 2l_0x'_{A500}$$

где x'_{A500} – стоимость поперечной конструктивной арматуры.
Стоимость всей железобетонной балки равна

$$C = C_b + C_{A240} + C_{A500} + C'_{A500}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты расчета продольной арматуры приведены в таблице 3.

Таблица 3. Диаметры продольной арматуры в зависимости от нагрузки и высоты сечения

$b \times h$ кН/м	100x300	120x350	140x400	150x450	170x500	190x550	200x600	220x650	240x700	250x750	270x800
7	2d14	2d12	2d12	2d10	2d10	2d10	2d10	2d10	2d10	2d10	2d10
10		2d14	2d14	2d12	2d12	2d12	2d12	2d10	2d10	2d10	2d10
12		2d16	2d14	2d14	2d12	2d12	2d12	2d12	2d12	2d12	2d12

Примечание к таблице 3:



– не выполняется условие $\alpha_m < \alpha_R$;

– не выполняется условие по минимальному коэффициенту армирования.

Очевидно, балки с сечением 120x350 являются наименее материалоемкими по количеству бетона, следовательно, обладают меньшей массой. Также эти балки, в соответствии со статистической теорией, основанной на распределении Вейбулла, в меньшей степени подвержены появлению опасных трещин [1]. В балках с большим сечением, в силу своей большей массивности, в случае возгорания возникнет большой температурный градиент, вызывающий большие температурные напряжения [2]. В случае эксплуатации этих балок на открытом воздухе или в отапливаемом гражданском здании, в них возникают большие влажностные напряжения [3]. Можно заметить, что для различных сечений при одной и той же внешней нагрузке требуется установка арматуры с одинаковым поперечным сечением (например, сечения 150x450, 170x500, 190x550 и т.д. при внешней равномерно распределенной нагрузке 7 кН/м). Следовательно, наиболее оптимальным (из указанных) будет такое сечение, в котором коэффициент армирования наибольший.

Из таблицы 4 видно, что при увеличении высоты сечения стоимость железобетонной балки с небольшим пролетом (в данном случае 5 м) в основном зависит от количества бетона. Поэтому балки с большей высотой сечения являются менее предпочтительными, так как они обладают меньшей экономической эффективностью и при этом, как было сказано выше, являются менее надежными. Также можно заметить из таблицы 5, что с увеличением высоты сечения стоимость балки отличается незначительно при изменении внешней нагрузки. Поэтому в том случае, когда необходимо их конструктивных соображений назначить балку с большей высотой сечения, ее можно запроектировать с большим коэффициентом запаса прочности, чем требуется из условия прочности, без увеличения ее стоимости.

Таблица 4. Стоимость составляющих балки длиной 5 м в рублях

κН/м	bхh	100х	120х	140х	150х	170х	190х	200х	220х	240х	250х	270х
		300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
7	C_b	500	705	945	1141	1438	1770	2034	2424	2850	3180	3665
	C_{A500}	440	330	330	240	240	240	240	240	240	240	240
	C_{A240}	430	465	323	358	326	340	323	352	355	378	405
	C'_{A500}	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
10	C_b	-	703	943	1140	1437	1769	2033	2424	2850	3181	3665
	C_{A500}	-	440	440	330	330	330	330	240	240	240	240
	C_{A240}	-	467	325	361	328	342	324	352	355	378	405
	C'_{A500}	-	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
12	C_b	-	702	943	1138	1438	1769	2033	2423	2848	3179	3664
	C_{A500}	-	590	440	440	330	330	330	330	330	330	330
	C_{A240}	-	471	324	363	308	342	324	354	356	380	406
	C'_{A500}	-	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Таблица 5. Общая стоимость балки длиной 5 м в рублях

κН/м	100х	120х	140х	150х	170х	190х	200х	220х	240х	250х	270х
300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	
7	1460	1590	1688	1829	2094	2440	2687	3106	3535	3888	4400
10	-	1700	1798	1921	2185	2531	2777	3106	3535	3889	4400
12	-	1853	1797	2031	2166	2531	2777	3197	3624	3979	4490

ВЫВОДЫ

1. При проектировании железобетонных балок малого пролета при высоких сечениях (от 450...500 мм) основная доля ее стоимости приходится на бетон, поэтому, чем больше коэффициент армирования, тем ниже стоимость.
2. Балки высокого сечения наименее выгодный вариант, но при необходимости возможно значительное увеличение коэффициента запаса прочности балки, без существенного повышения ее цены.
3. Необходимы дальнейшие исследования с целью определения наиболее эффективного соотношения между высотами сечения и различными пролетами балок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко Н. И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996.
2. Милонов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. М.: Стройиздат, 1998.
3. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести бетона. М.: НИИЖБ, 2004.
4. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. М.: Стройиздат, 2009.
5. Ильин М.А., Тамразян А.Г. Применение методов эвристической оптимизации при подборе сечений железобетонных балок. Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции. Молодёжные инновации. 2019.
6. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
7. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.

THE DETERMINATION OF THE INCLINATION ANGLE OF CRACKS IN COMPOSITE-STRENGTHENED BEAMS WITH DISTRIBUTED LOAD

M.D. Antonov

student, mishany96969@mail.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Abstract

Subject: research of stress strain behavior for hinged and rigidly fixed composite-strengthened reinforced T-beams with distributed load.

Purpose: the analysis of the changes of cracks inclination angle along the span of element. It has been made an investigation of influence of the amount of composite materials, of the support conditions and of the coefficient A on the crack inclination angle.

Materials and methods: the composite shear-strengthened contribution is calculated according to SP 63.13330.2012, SP 164.1325800.2014 and then the determination of inclination crack angle according to theoretical method of determination of field of crack directions has been carried out.

Results: the dependences between crack inclination angle and the linear area of composite materials to transverse steel have been obtained.

Conclusions: if the proportion of composite material in shear-strengthened T-beams increases, then the crack inclination angle increases. More intensive increment of crack inclination angle is observed for rigid fixed beams, when $f_{sw}/f_{fw} < 2$.

INTRODUCTION

When some reconstruction work is carried out a need in strengthening of structure without any significant defects occurs. It often takes place if it is necessary to change the functions of the building and to increase the load. Today one of the most perspective technology is shear and span composite strengthening.

LITERATURE REVIEW

There are many progressive investigations concerning strengthening with composite materials conducted by as indigenous as foreign scientists. But the question of determining the angle of inclination of cracks along the span of the reinforced element has not yet been studied sufficiently. According to experiments, scientists agree with position that real number of crack angle to vertical often more than 45 degrees, but there is no any definitive theory for this observation, due to many difficulties with finding any relationship with different parameters and the crack inclination angle. [1-5]

V.I. Garnitsky has suggested the method which makes it possible to determine the theoretical value of the crack inclination angle to vertical α from equation of energy balance and with regard to the stress-strain state of concrete above the inclined crack. [6,7] It has assumed that the process of the crack formation ends before the beginning of the plastic deformation of compressive zone of concrete, the longitudinal and shear reinforcement. Then the equation of energy balance taking into account deformation of elements has the following view:

$$W_s + W_{sc} + W_{sw} + W_{sh} + W_{bt} + W_{bc} = A_q \quad (1)$$

W_s , W_{sc} are the potential energy of the stretched and compressed longitudinal reinforcement deformation respectively. W_{sw} – the potential energy of the shear reinforcement deformation. W_{bc} is the potential energy of deformation of the compressed concrete above the crack, W_{bt} is the potential energy of destruction of stretched concrete, W_{sh} is the potential energy of shift of concrete above the crack, A_q – the work of the external loads.

In order to obtain the strains in inclined section the hypothesis of bilinear sections has been used. In bilinear section, the strains in each fiber can be calculated by the formula:

$$\begin{cases} \varepsilon_x(y) = \varepsilon_x(h_b) + A \cdot (y - h_b) \cdot \chi, & (0 \leq y \leq h_b) \\ \varepsilon_x(y) = (y - h_b) \cdot \chi, & (h_b < y \leq h) \end{cases} \quad (2)$$

A is an empirical coefficient, χ is a curvature. If $A = 1$ the hypothesis of bilinear sections turns to the well-known hypothesis of flat sections. In a case of polyline section in a point $y = h_b$ there is a jump of stress and, in compliance, and correspondingly there is jump of a strain $\varepsilon_x(h_b)$ (fig. 1).

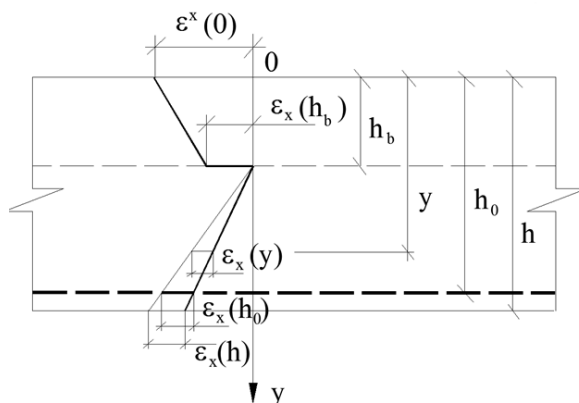


Fig. 1. The hypothesis of bilinear sections

MATERIALS AND METHODS

For determination of inclination angles of cracks in beams reinforced with composite materials the method of V.I. Garnitsky, including the hypothesis of bilinear sections, has been used. The equation of energy balance has been supplemented by two terms, which take into account the deformation energy of FRP strengthening:

$$W_s + W_f + W_{sc} + W_{sw} + W_{fw} + W_{sh} + W_{bt} + W_{bc} = A_q \quad (3)$$

The energy of deformation FRP materials in longitudinal direction can be expressed by this formula:

$$W_f = \frac{1}{2} \cdot E_f \cdot A_f \cdot \varepsilon_f^2 = \frac{1}{2} \cdot E_f \cdot A_f \cdot \left(\frac{h - h_b}{h_0 - h_b} \right)^2 \cdot \varepsilon_s^2 \quad (4)$$

The energy of deformation FRP materials in longitudinal direction can be obtained from this formula:

$$W_{fw} = \frac{1}{2} \cdot \int_{(h-h_w) \cdot \text{tg}\alpha}^{h \cdot \text{tg}\alpha} f_{fw} \cdot \sigma_{fw}(x) \cdot \varepsilon_{fw}(x) \cdot dx = \frac{1}{6} E_{fw} \cdot f_{sw} \cdot \varepsilon_{fw}^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot f_{fw} \cdot E_{fw} \cdot \text{tg}^2 \alpha \cdot \left(\frac{h-h_b}{h_0-h_b} \right)^2 \cdot \left[h_{fw} \cdot \text{tg}\alpha - \frac{h_{fw}^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha}{(h-h_b)} + \frac{h_{fw}^3 \cdot \text{tg}^3 \alpha}{3 \cdot (h-h_b)^2} \right] \cdot \varepsilon_s^2 \quad (5)$$

RESULTS OF RESEARCHING

In order to analyze the influence of different parameters on of shear crack inclination angle in the calculations of hinged and rigidly fixed U-shaped configuration carbon and glass strengthened reinforced T-beams. (table 1, fig 2-5) It has used B25 grade of concrete and A500C grade of reinforcement under distributed load have been made. The modulus of elasticity of glass strengthening is $E=7,6 \cdot 10^7$ kN/m² of carbon strengthening is $E=2,26 \cdot 10^8$ kN/m². The influence of coefficient A has been analyzed for reinforced T-beams with transverse reinforcement ($f_{sw}=7,55$ cm²/m), with linear area of carbon strengthening ($f_{fw}=2,75$ cm²/m) and with linear area of glass strengthening ($f_{gw}=8,2$ cm²/m).

Table 1. Parameters for reinforced T-beams

Geometry of T-beams			
$b = 0.2 \text{ m}$	$b_{ov} = 0.5 \text{ m}$	$h = 0.5 \text{ m}$	$h_{ov} = 0.2 \text{ m}$
Parameters for reinforcement of hinged fixed beams			
Area of down reinforcement		Area of upper reinforcement	
$A_s = 4.02 \text{ cm}^2$		$A_{sc} = 0.85 \text{ cm}^2$	
Parameters for reinforcement of rigidly fixed beams			
Area of down reinforcement		Area of upper reinforcement	
$A_{sc} = 0.85 \text{ cm}^2$		$A_s = 4.02 \text{ cm}^2$	

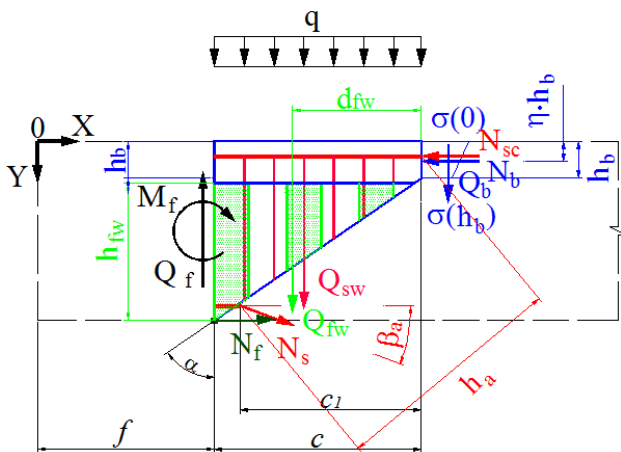


Fig. 2. Scheme of force in trapezoidal element above the crack for hinged beam

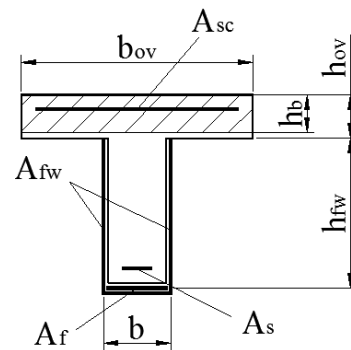


Fig. 3. Section for hinged beam

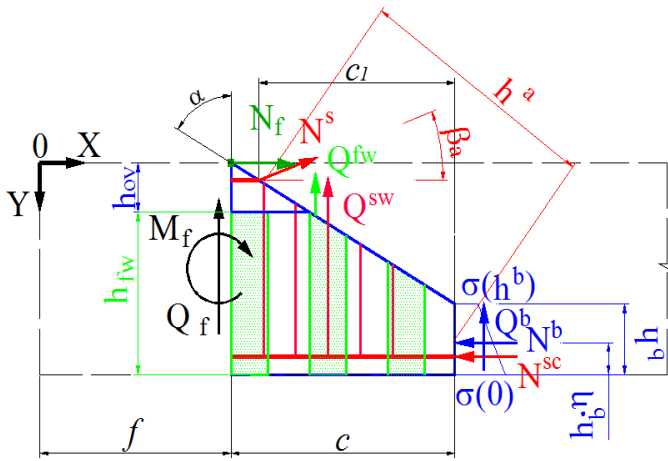


Fig. 4. Scheme of force in trapezoidal element above the crack for rigidly fixed beam

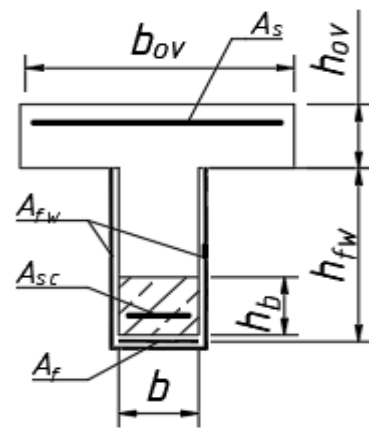


Fig. 5. Section for rigidly fixed beam

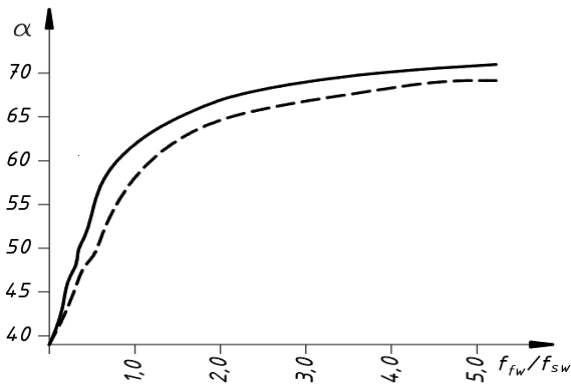


Fig. 6. Hinged fixed beam. The dependence of crack inclination angle on of transverse to FRP reinforcement linear area ratio: carbon (solid line), glass (dashed line)

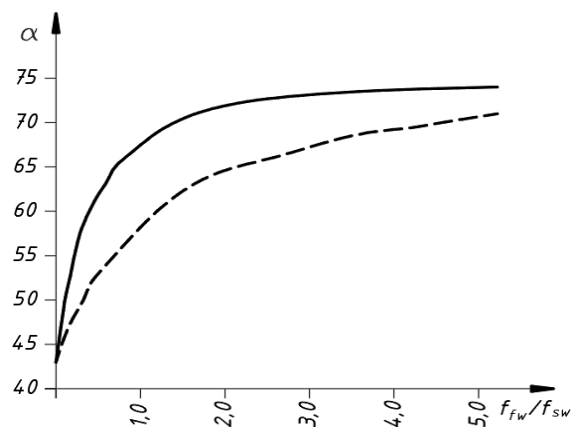


Fig. 8. Rigidly fixed beam. The dependence of crack inclination angle on of transverse to FRP reinforcement linear area ratio: carbon (solid line), glass (dashed line)

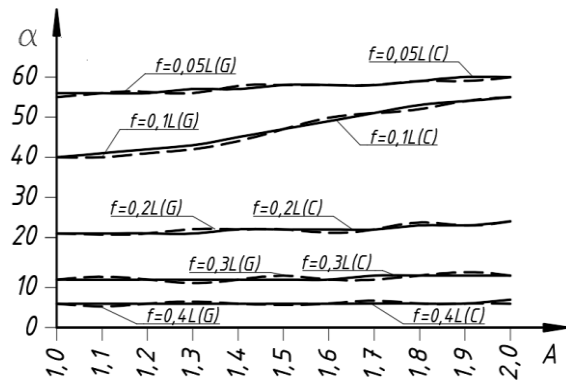


Fig. 7. Hinged fixed beam. The dependence of crack inclination angle on the value of coefficient A for strengthening with carbon (U-solid line), with glass (G-dashed line), where f – the ratio of coordinate of the beginning of possible crack to the whole length (L) of a beam

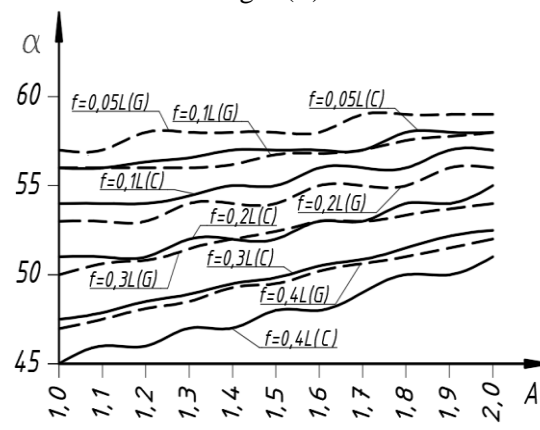


Fig. 9. Rigidly fixed beam The dependence of crack inclination angle on the value of coefficient A for strengthening with carbon (U-solid line), with glass (G-dashed line), where f the ratio of coordinate of the beginning of possible crack to the whole length (L) of a beam

The dependence of crack inclination angle on the ratio of the linear area of conventional transverse reinforcement to composite for hinged beam is represented in fig.6. The same dependence for rigidly fixed beam is presented in fig.8. The value of $A=1.9$ has been accepted for this calculation.[6] To build these graphics the transverse to FRP reinforcement linear area ratio value has been used providing the e total distributed force to remain constant [8].

In order to evaluate the influence of geometrical hypothesis on results obtained the dependences of angle α from coefficient A have been built. This graphic for hinged beam is represented if fig. 7, and for rigidly fixed beam is represented in fig. 9

CONCLUSIONS

According to calculation, we can make some conclusions:

1. If the FRP to transverse reinforcement ration increases, then the crack inclination angle α increases. The most significant changes of angle α take place for $f_{fw}/f_{sw} < 2$
2. Under a distributed load, gradual increase of angle α with increase of coefficient A takes place.
3. Obtained results validate the significant influence of geometrical hypothesis, which demonstrate the necessity of further investigation of stress-strain behavior of bended FRP-strengthened reinforced structures.

REFERENCE

1. *Polskoy P.P., Mailian D.R.* Composite materials as base of effectiveness in building and reconstruction // Engineer Vestnic Dona 2012 No 4-Vol 2, p 164-167
2. *Polskoy P.P., Mailian D.R., Shilin A.A., Shevlyakov K.V.* About results of pre-probation beam on shear force with composite materials // Engineer Vestnic Dona 2016 No 4 p 170-179
3. *Chen G.M., Zhang Z., Li Y.L., Li X.Q. and Zhou C.Y.* T-section RC beams shear-strengthened with anchored CFRP U-strips // Composite Structures 1 June 2016 Vol. 144, p. 57-79
4. *Godat A.* Numerical modelling of shear crack angles on FRP shear-strengthened reinforced concrete beams // Australian Journal of Structural Engineering, 2010 Vol 11 No p. 87-99
5. *Wang J., Zhang C.* Non-linear fracture mechanics of flexural-shear crack induced debonding of FRP strengthened concrete beams // International Journal of Solids Structures 2008 Vol. 45 Issue 10 p. 2916-2936
6. *Garnytsky V.I.* Strength of reinforced construction for sections, identify with fact field of crack (theory and experiment) - M: materials of III Russian (II International) conversation of concrete and reinforced concrete «Concrete and reinforced concrete see in future», 2014.
7. *Garnytsky V.I.; Kurnavina S.O.* The field of crack directions in reinforced concrete bending elements IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018., Vol 365 052026 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/5/052026>
8. SP 164.1325800.2014 Strengthening of reinforced concrete structure with composite materials. Rules of designing.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЯГКОГО УДАРА ПО СТАРТОВОМУ РАКЕТНОМУ СТОЛУ

А.Н. Бородина,¹ Ф.Б. Киселёв²

¹магистрант, borodina-1997@inbox.ru

²научный руководитель, доц., канд физ.-мат. наук, afi-ko@mail.ru

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

В данной статье исследуются механические особенности поведения железобетонного сооружения, опирающегося на деформируемый грунт, при мягком ударе по сооружению. Поставлена начально-краевая задача для конструкции: грунт - железобетон. Определяющие соотношения учитывают упруго-вязкопластическое поведение материала. Для описания свойств грунта используется обобщенная модель Друкера-Прагера с мягкой кривой упрочнения по сдвигу и жесткой кривой упрочнения по объемному сжатию. Задача решается численно с применением конечно-элементной пространственной дискретизации. Для использования в расчетах обобщенной модели Друкера-Прагера написана собственная программа. На примере решения модельной задачи проведено численное сравнение явной и неявной схем интегрирования по времени. Обосновано использование неявной схемы в задачах о мягком ударе. Проанализирована разница в решениях, полученных с использованием стандартной и обобщенной моделей Друкера-Прагера. Решения получены для задачи мягкого удара по сооружению, моделирующему конструктивные особенности стартового ракетного стола.

Ключевые слова: Мягкий удар, явная и неявная схема, обобщенная модель Друкера-Прагера, критерий Ньюмарка, критерий Куранта, железобетон, грунт.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что неупругое поведение грунтов и армированного железобетона весьма различно, можно построить общую математическую модель их совместного деформирования на основе теории упруго-вязкопластичности [1]. Применяя различные параметры общей модели, можно получать описание либо грунта, либо железобетона.

Неупругое деформирование грунтов имеет некоторые экспериментально наблюдаемые особенности [2,3] в сравнении с неупругим деформированием классических сред, таких, как металлы.

Во-первых, для грунтов, вследствие их большой пористости, характерно существенное влияние среднего напряжения на деформацию. Грунты являются средами с двойной пластичностью – по сдвигу и по объемному сжатию. Во-вторых, на напряженное состояние грунта влияет скорость объемного деформирования. Поэтому большинство моделей учитывает вязкость по объемному сжатию [4]. Наконец, нескальные грунты практически не выдерживают растягивающих деформаций, что также должно отражаться в уравнениях состояния моделей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассматриваемая здесь модель грунта является обобщением теории идеальной пластичности Друккера – Прагера [5,6]. Эта модель нашла широкое применение при решении динамических задач о распространении в грунтах волн различной природы – сейсмических, взрывных и пр. В данной работе модель используется для описания деформаций в грунте при решении задачи о так называемом «мягком» ударе по железобетонной конструкции, погруженной в грунт. Под мягким ударом принято понимать такое взаимодействие ударника с преградой, при котором жесткость ударника на порядки меньше жесткости преграды. Задача ставится в предположении о малости деформаций и в грунте, и в бетоне. Настоящая работа ориентирована на решение задач теории упругости и пластичности применительно к железобетонным конструкциям, погруженным в грунт. Она включает в себя следующие этапы:

- Построение математической модели их совместного деформирования.
- Проведение сравнительного анализа явной и неявной разностных схем расчета на примере задачи о мягком упругом ударе по модельной железобетонной конструкции, погруженной в грунт.
- Сравнение собственной программной реализации численного метода решения задачи о «мягком» пластическом ударе с аналогичным расчетом, производимом в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS на примере модельной области.
- Решение задачи о мягком ударе по стартовому ракетному столу с использованием собственной программы.

Модель для бетона [7] также построена на основе теории течения. Для бетона мы не учитываем влияние среднего гидростатического давления и вязкости по объемному сжатию, но учитываем влияние скорости деформирования на сдвиговые свойства. Вязкость бетона при сдвиге учитываем зависимостью радиуса поверхности текучести от скорости пластической деформации. Кроме этого, модель учитывает наличие арматуры. Поскольку концентрация арматуры мала, то эффективные определяющие соотношения в направлении оси армирования получаются по правилу смеси, а в ортогональном к армированию направлении по обратному правилу смеси [8].

Таким образом, уравнения движения сплошной среды с механическими свойствами, задаваемыми тензором модулей упруго-вязкопластичности $C_{ijkl}^*(\vec{u})$, записанные в скоростях перемещений, вместе с граничными условиями первого рода на части границы Σ_u и второго рода на части границы Σ_σ , составляют следующую краевую задачу:

$$\begin{cases} (C_{ijkl}^*(\vec{u})\dot{u}_{k,l})_{,j} + \sigma_{ij,j}^*(\vec{u}) + \rho_0 \dot{F}_i = \rho_0 \dot{a}_i(\vec{u}) \\ \dot{u}_i|_{\Sigma_u} = \dot{u}_i^0 \\ (C_{ijkl}^n(\vec{u})\dot{u}_{k,l} + \sigma_{ij,j}^*(\vec{u}))n_j|_{\Sigma_\sigma} = \dot{S}_i^0, i = 1,2,3 \end{cases}$$

Численный алгоритм решения данной краевой задачи использует неявную схему Ньюмарка [9] по времени и процедуру пространственной дискретизации МКЭ. Для обоснования выбора неявной схемы была проведена серия численных экспериментов, подтверждающих ее вычислительную эффективность в сравнении с явной схемой в задачах о мягком ударе. Расчет проводился по собственной программе [10]. Верификации программы была проведена на основании серии тестовых расчетов для модельной конструкции в программном комплексе ANSYS.

Использование в практических расчетах собственного программного кода позволяет учитывать физические особенности модели, недоступные в стандартных программных комплексах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Киселев Ф.Б., Шешенин С.В.* Моделирование контакта подземных сооружений с упруговязкопластическим грунтом // *Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика.* — 2006. — №3. — С. 61–65.
2. *Замышляев Б.В., Евтерев Л.С.* Модели динамического деформирования и разрушения грунтовых сред. М.: Наука, 1990. — 215 с.
3. *Друккер Л., Прагер В.* Механика грунтов и пластический анализ или предельное состояние. В кн.: *Определяющие законы механики грунтов.* М.: «Мир», 1975, с. 166-177.
4. *Шешенин С.В., Закалюкина И.М., Коваль С.В.* Численная реализация моделей Фойгта и Максвелла для моделирования волн в грунте // *Вестник МГСУ*, 2014, № 11, с. 82-87
5. *Новацкий В.К.* Волновые задачи теории пластичности. М.: Изд-во «Мир», 1978, 307 с.
6. *Рыков Г.В., Скобеев А.М.* Измерение напряжений в грунтах при кратковременных нагрузках. М.: «Наука», 1978, 168 с.
7. *Попов Н.Н., Расторгуев Б.С.* Динамический расчет железобетонных конструкций. М.: Стройиздат. — 1974. — 207 с.
8. *Л.В.Муравлева, С.В.Шешенин* Эффективные свойства железобетонных плит при упругопластических деформациях. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 1, Матем., мех.*, 2004, №3, с. 62-65.
9. *А.А. Юдаков, В. Г. Бойков* Численные методы интегрирования уравнений движения многокомпонентных механических систем, основанные на методах прямого интегрирования уравнений динамики метода конечных элементов. *Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Математика. Механика. Компьютерные науки.* 2013. Вып. 1, с. 131-144.
10. *Kiselyov F., Sergeyev P., Stepanov R.* Computational and theoretical justification of foundation design solutions for equipment subject to dynamic loads // *Procedia Engineering.* — 2015. — Vol. 111. — P.404–409. DOI:10.1016/j.proeng.2015.07.108

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНА ОБЪЕКТА НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Д.А. Денисова¹, А.А. Гончаров²

¹студентка, *denisova.da05@gmail.com*

²научный руководитель, доц., канд. техн. наук, доц.

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

С каждым годом все больше растут объемы подземного строительства, что непосредственно связано с условиями плотной городской застройки и необходимостью возведения подземных частей зданий. Предмет исследования данной работы - различные типы ограждающих конструкций, используемые при строительстве подземных частей зданий, возводимых открытым способом. Целью является подбор наиболее рационального ограждения котлована объекта нового строительства в условиях существования вблизи зданий и сооружений. Сравнительный анализ влияния разработки котлована на существующую застройку при различных способах ограждения осуществляется в данной работе с помощью проведения геотехнических расчетов в ПК Plaxis 2D. В результате моделирования задач при использовании трех различных типов ограждающих конструкций были получены значения осадок фундамента существующей застройки, на основе которых было установлено наиболее предпочтительный тип ограждения. Однако исследование показало, что возможное влияние строительства новых объектов на существующие вблизи здания зависит от множества факторов, что подтверждает необходимость проведения подобного сравнительного анализа при решении любой другой задачи в условиях плотной городской застройки.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день большое распространение получило подземное строительство, связано это с условиями плотной городской застройки и, следовательно, высокой необходимостью возведения подземных сооружений и частей зданий. Все чаще встречаются подземные автостоянки, строительство которых способствует разгрузке города от автомобилей, также ниже уровня земли располагаются складские помещения, холодильники, сооружения гражданской обороны, инженерные коммуникации и многое другое, что сохраняет как территорию города, так и его историческую застройку.

Актуальность исследования обоснована необходимостью предотвращения при возведении подземной части чрезмерного воздействия на существующие вблизи сооружения. Данный вид строительства ведется в основном открытым способом в котлованах при использовании различных видов ограждения. В Москве при одинаковых условиях могут применяться различные типы ограждающих конструкций, а их стоимость в некоторых случаях отличается в 2-3 раза.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Одним из наиболее прогрессивных и универсальных способов ограждения котлована, возводимого открытым способом, является «стена в грунте». [1] Достоинствами данного типа

ограждения является возможность использования при непосредственной близости существующей застройки, при большой глубине сооружения, при высоком уровне грунтовых вод, при больших размерах и сложной конфигурации сооружения в плане. СВГ не только выполняет роль ограждающей конструкции, но и является несущей или самонесущей конструкцией. Существует два типа «стен в грунте»: траншейные – образованные сплошной стеной из монолитного или сборного железобетона, и свайные – образованные сплошным рядом секущихся или касающихся буронабивных (или грунтоцементных) свай.

Также широкое распространение при разработке котлованов получило использование отдельных стоек. Чаще всего в Москве можно встретить стойки из металлических труб, но существует и множество альтернативных вариантов: буронабивные или грунтоцементные сваи, металлические двутавры или швеллеры. Благодаря методам погружения стоек – вдавливанием или завинчиванием – данный способ также часто применяется в условиях плотной городской застройки. Применение стоек возможно и при высоком уровне грунтовых вод при дополнительном устройстве заборок в виде металлического листа или деревянных досок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках данной работы приведен сравнительный анализ вышеперечисленных типов ограждения котлована – «стены в грунте» траншейного типа, бурокасательных свай (БКС) и отдельных стоек в виде металлических труб, на примере реально существующего объекта. Оценивается влияние и сравниваются возможные осадки существующего здания при применении различных типов ограждения котлована. Поставленная задача решается в плоской постановке в ПК Plaxis с помощью метода конечных элементов. Учитывается этапность строительства и физико-механические характеристики грунтов (модель грунта – Мор-Кулон). В зависимости от варианта ограждения были проведены три геотехнических расчета и по значениям вертикальных перемещений найдены осадки фундамента существующего вблизи здания.

Расчетная схема включает в себя:

- Проектируемый стартовый котлован для проходки ТПК (длина - 645,7 м, ширина – 26,6 м, глубина – 20,4 м);
- Существующее вблизи проектируемого котлована здание (со свайным фундаментом, жб сваи с длиной 5-7 м, шаг – 0,75-2 м), расположенное по адресу Кленовый бульвар д.25, корп. 1. – 12-ти этажное жилое здание (высота - 37,4 м, размеры в плане – 56,4 м x 14 м);
- Нагрузки от строительной техники (Согласно СП 20.13330 – 2016. Нагрузки и воздействия.);
- Ограждающие конструкции (заглубление – 8 м):
 1. СВГ траншейного типа: толщина – 1000мм;
 2. БКС: d=800 мм;
 3. Металлические трубы: толщина – 280 мм.

Варианты ограждающих конструкций и их геометрические характеристики были предложены на стадии проектирования.

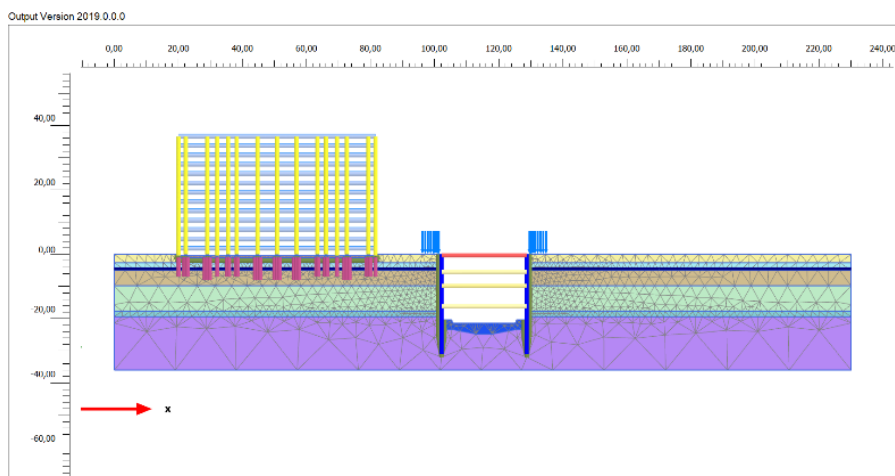


Рис. 1. Расчетная схема в ПК Plaxis 2D

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таблица 1. Результаты численных расчетов

Ограждающая конструкция	Максимальная осадка фундамента, мм
СВГ	27,92
БКС	33,28
Металлические трубы	37,07

Изополю вертикальных перемещений грунтового массива и фундамента:

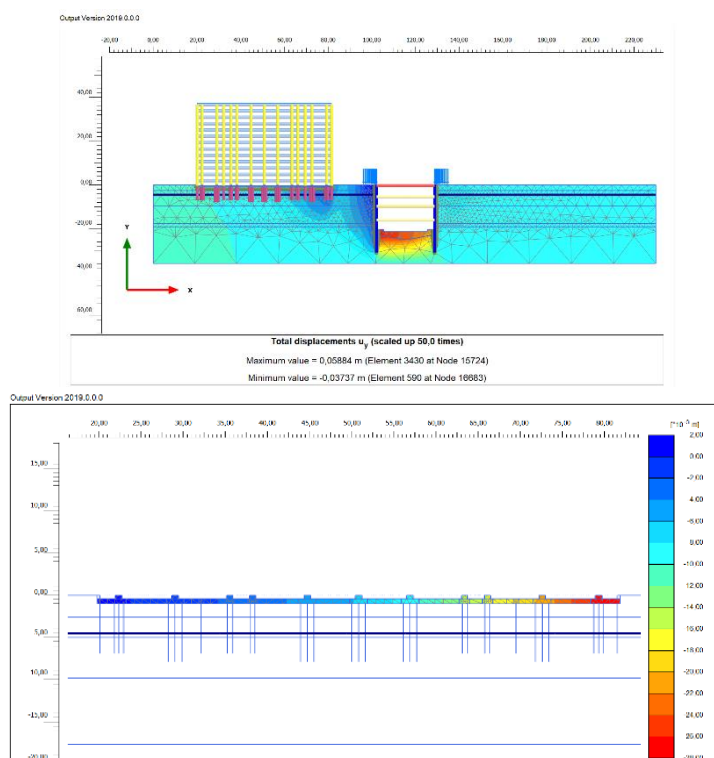


Рис. 2. Вариант 1: СВГ

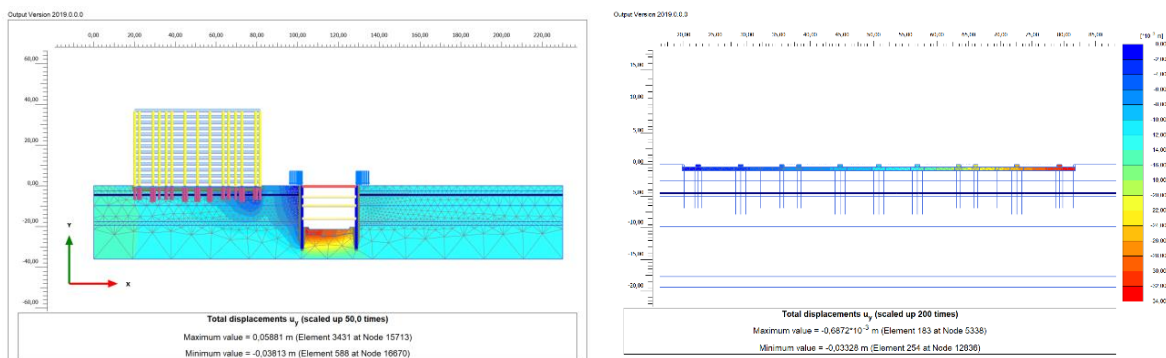


Рис. 3. Вариант 2: БКС

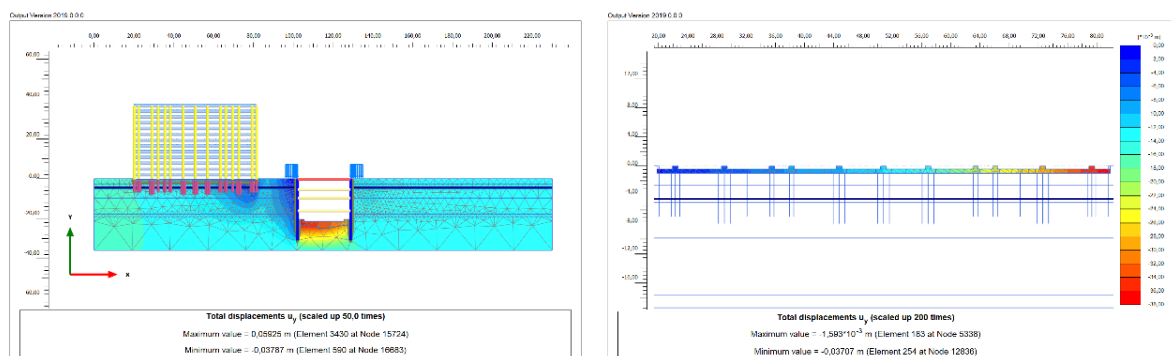


Рис. 4. Вариант 3: (Металлические трубы)

ВЫВОДЫ

В ходе проведения расчетов было выявлено, что использование «стены в грунте» в качестве ограждающей конструкции котлована оказывает наименьшее влияние на рассматриваемую застройку. В данной задаче применение СВГ наиболее предпочтительно. Однако следует помнить, что в зависимости от условий строительства тип ограждающей конструкции котлована всегда должен подбираться индивидуально и его подбор должен основываться на расчете и сравнительном анализе нескольких типов ограждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров А.А. Методы возведения подземной части зданий и сооружений.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия.
3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.В. Дояр¹, М.В. Медяник²

¹студентка, *dangelina21@mail.ru*

²ст. преподаватель кафедры КБС, *agentmmv@yandex.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

Выявлены основные проблемы нормативной базы в сфере архитектурно-строительного проектирования высотных зданий жилого назначения в части обеспечения пожарной безопасности. На примере анализа проектных решений конкретного объекта капитального строительства рассмотрены основные аспекты системы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий жилого назначения, в том числе объемно-планировочные и конструктивные решения, система предотвращения пожара и системы противопожарной защиты, а также комплекс инженерных и организационно-технических мероприятий. Кроме того, по результатам проведенного анализа с учетом требований нормативных документов, нормативно-правовых актов, специальных технических условий, сформулированы предложения, направленные на повышение уровня пожарной безопасности высотных жилых комплексов. Приведены обоснования и предложения в области проблемно-ориентированного проектирования высотных зданий в целях оптимизации и повышения качества нормативно-правовой базы.

ВВЕДЕНИЕ.

Согласно статистическим данным [1], ежегодно на жилой сектор приходится около 70% от общего числа пожаров, при этом в жилых домах гибнет более 90% от общего числа погибших в Российской Федерации.

Для зданий повышенной этажности характерно быстрое развитие пожара по вертикали и большая сложность проведения пожарно-спасательных работ [2]. Для опасных факторов пожара характерна повышенная динамика их развития и распространения по эвакуационным путям, а также по вертикальным коммуникациям (шахтам лифтов) [3-5].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

Для жилых зданий высотой более 75 м, кроме соблюдения требований действующих нормативных документов, должны разрабатываться специальные технические условия (далее – СТУ), отражающие специфику их противопожарной защиты, включая комплекс компенсирующих инженерно-технических и организационных мероприятий [6].

В качестве примера реализации требований пожарной безопасности рассмотрим объект: Жилой комплекс, расположенный по адресу: г. Москва, Электролитный проезд, вл.7а.

Рассматриваемый жилой комплекс (рис.1) представляет собой единый объект капитального строительства, состоящий из 6-ти жилых корпусов, объединенных стилобатной частью, встроенно-пристроенным физкультурно-оздоровительным комплексом и двухуровневой подземной автостоянкой.



Рис. 1. Проектируемый жилой комплекс

Пожарная безопасность указанного объекта обеспечивается объемно-планировочными и конструктивными решениями, системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Объемно-планировочные решения проектируемого жилого комплекса общего класса функциональной пожарной опасности Ф 1.3 предусматривают размещение в объеме корпусов помещений основного назначения, а также помещений различных классов функциональной пожарной опасности, связанных с обеспечением выполнения технических функций и размещением инженерных систем, а именно:

Таблица 1. Классификация помещений по функциональной пожарной опасности.

№ п/п	Наименование помещений	Класс функциональной пожарной опасности
1.	Помещения организаций торговли	Ф 3.1
2.	Помещения организаций питания	Ф 3.2
3.	Помещения физкультурно-оздоровительного комплекса	Ф 3.6
4.	Помещения организаций дополнительного профессионального образования	Ф 4.2
5.	Помещения без конкретной технологии, административные и офисные помещения	Ф 4.3
6.	Автостоянка, без технического обслуживания и ремонта автомобилей, кладовые и подсобные помещения	Ф 5.2

Степень огнестойкости корпусов №1-5 запроектирована I с повышенными пределами огнестойкости основных несущих конструкций до не менее R(EI) 150 согласно требованиям СТУ [6]. Степень огнестойкости корпуса №6 - II. Степень огнестойкости пожарного отсека подземной автостоянки принимается I. Класс конструктивной пожарной опасности объекта – С0.

В пределах автостоянки спроектированы блоки кладовых, которые предназначены для хранения личных вещей жильцов, выделяемые от объема автостоянки противопожарными перегородками с пределом огнестойкости REI 90 согласно требованиям СТУ [6].

Пределы огнестойкости строительных конструкций и противопожарных преград, не указанных в таблице 2, предусматриваются в соответствии с требованиями №123-ФЗ [7].

Таблица 2. Пределы огнестойкости строительных конструкций.

№ п/п	Наименование строительной конструкции	Предел огнестойкости, мин
Корпуса №1-5 I степени огнестойкости с повышенными пределами огнестойкости основных несущих конструкций до R(REI) 150		
1.	Несущие стены, колонны и другие вертикальные несущие элементы	R 150
2.	Внутренние стены лестничных клеток надземной части здания	REI 150
3.	Перекрытия междуэтажные	REI 90
4.	Лифтовые шахты	REI 150

Обеспечение безопасной эвакуации людей в случае пожара, осуществляется за счет ограничения воздействия опасных факторов пожара, разделения помещений противопожарными преградами, снижения опасности строительных и отделочных материалов, применяемых на путях эвакуации, наличия достаточного количества эвакуационных путей и выходов, использования систем противопожарной защиты в соответствии с требованиями №123-ФЗ [7].

Пожарная техника, состоящая на вооружении г.Москвы зачастую не может обеспечить своевременное прибытие и действие по спасению людей, находящихся на верхних этажах. По этой причине, в рамках специальных технических условий предусматриваются организационно-технические мероприятия, а именно обеспечение квартир, находящихся на отметке свыше 75 метров индивидуальными самоспасателями (рис.2) [8].



Рис. 2. Индивидуальный самоспасатель

С учетом пожарной опасности, особенностей объемно-планировочных решений, требований нормативных документов и СТУ, здание оборудовано следующими системами противопожарной защиты: автоматическими установками пожарной сигнализации адресно-аналогового типа, противодымной защитой, аварийным и эвакуационным освещением, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, наружным и внутренним противопожарным водопроводом, пожаробезопасными зонами в лифтовых холлах лифтов для перевозки пожарных подразделений .

ВЫВОДЫ

Комплекс противопожарных мероприятий на рассмотренном объекте капитального строительства обеспечивает:

- возможность эвакуации людей наружу, эвакуации маломобильных групп населения в пожаробезопасные зоны, до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;

- надежную противопожарную защиту имущества граждан и организаций, и здания, в целом;

- возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей;

Проектные решения по противопожарной защите рассматриваемого объекта выполнены в полном соответствии с требованиями нормативно-правовых актов, нормативных документов по пожарной безопасности и СТУ, а, следовательно, обеспечены безопасное пребывание людей и защита материальных ценностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году. Статистический сборник под общей редакцией Д.М. Гордиенко, М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.
2. *Карпов В.Л., Медяник М.В.*, О необходимости реализации процесса превентивного спасения людей при пожаре в уникальных высотных зданиях, "Пожаровзрывобезопасность" Т.26. №8, 2017 г.,с. 25-30.
3. *Копылов Н. П., Пивоваров В. В., Пронин Д. Г.* Обеспечение безопасности людей в жилых зданиях повышенной этажности // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2017. — Т. 26, № 9. — С. 5-14.
4. *Холщевников В.В., Самошин Д.А.* Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий - «Научно-технический и производственный журнал Жилищное строительство», Выпуск № 8, 2008 г., с. 2–4.
5. *Фарбер М.Э.* Средство массовой эвакуации жителей из жилых высотных зданий - «Научно-технический и производственный журнал Жилищное строительство», Выпуск № 1, 2010 г., с. 19–20.
6. Специальные технические условия на проектирование противопожарной защиты объекта: Жилой комплекс с подземной автостоянкой и встроенно-пристроенным физкультурно-оздоровительным комплексом (ФОК), расположенный по адресу: г. Москва, Электролитный проезд, вл.7а.
7. Федеральный закон от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ.
8. *Кирюханцев Е.Е., Иванов В.Н.* О повышении эффективности тушения пожаров в высотных зданиях - «Технологии техносферной безопасности», Выпуск № 5, 2013 г., с. 51.

К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ, ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

О.О. Коновалова¹, А.Г. Тамразян²

¹студентка, olesya.tech@yandex.ru

²д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой железобетонных и каменных конструкций, tamrazian@mail.ru

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе 26

Аннотация

Предмет исследования:

Изучение и разработка методики оптимального проектирования железобетонных конструкций на дискретных множествах параметров.

Цели: Анализ принципов совершенствования проектирования методом генетических алгоритмов и возможностей его применения в решении поставленного вопроса. Разработка алгоритмов оптимизации подбора проектных параметров монолитных железобетонных ребристых плит перекрытия, опертых по контуру методом генетических алгоритмов.

Материалы и методы: Принципы аналитического расчета проектируемой конструкции основывались на методе предельного равновесия, установка ограничений к подбираемым параметрам производилась в соответствии с СП63.13330-2012. Алгоритм по подбору оптимального варианта плиты перекрытия создана в системе MATLAB с использованием пакета Optimization Tools.

Результаты: Изучена и составлена итерационная схема для реализации метода генетических алгоритмов. Создана программа (алгоритм) по подбору оптимальных параметров монолитных железобетонных ребристых плит перекрытий, опертых по контуру в системе MATLAB. Проверка корректности работы созданного алгоритма производилась путем сравнения полученного варианта плиты с результатами его численного расчета в нелинейной постановке с использованием ПК ЛИРА-САПР 2016 R5 (Некоммерческая версия). Установлено соответствие полученного в ходе работы алгоритма варианта плиты всем заявленным требованиям, доказана возможность и рациональность применения данного метода для оптимизации процессов проектирования железобетонных конструкций.

Выводы: Выявлено, что применение метода генетических алгоритмов возможно и актуально в вопросе оптимизации проектирования строительных конструкций.

ВВЕДЕНИЕ

Довольно актуальной и важной задачей строительной отрасли является снижение себестоимости конструкций зданий и сооружений при условии обеспечения требуемых характеристик прочности и деформативности. Одним из путей решения данной проблемы является оптимальное проектирование.

На сегодняшний день в условиях рыночной экономики возрастают требования не только к функциональным качественным показателям жилых и общественных зданий, но и к эстетическим. Успешному решению этой задачи способствует применение конструкций из

монолитного железобетона, в частности ребристых плит перекрытия, опертых по контуру, позволяющих получать проектные решения, менее ограниченные условиями жесткой унификации и типизации.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Как показывают исследования, оптимизационные методы на сегодняшний день достаточно актуальны и активно развиваются в области проектирования строительных конструкций [1-3]. Так как при использовании оптимизационных методов реализуется минимизация массы деформируемых объектов, актуально их применение для приведения к оптимальному значению одного из наиболее важных параметров объектов проектирования – стоимости. Стоит отметить, что до настоящего времени еще не разработано методик, обеспечивающих возможность реализации подобных алгоритмов для оптимизации реальных железобетонных конструкций (в частности, для монолитных железобетонных ребристых плит перекрытия, опертых по контуру) с учетом требований нормативной литературы. Следовательно, тема исследования, связанная с оптимальным проектированием ребристых плит, опертых по контуру, на основе эволюционного моделирования, представляется актуальной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В общем виде задача следующая: оптимизировать процесс проектирования плит перекрытия при заданной площади с учетом максимально возможного коэффициента ее использования, включая подбор классов арматуры, бетона, толщины плиты и ее геометрических параметров (и, как следствие, сетки колонн).

Так как оптимизацию процесса проектирования данных конструкций требуется выполнять на дискретных множествах параметров, целесообразно применение эвристических методов оптимизации. Наиболее перспективным на сегодняшний день признан метод генетических алгоритмов. Генетический алгоритм — это алгоритм, позволяющий найти удовлетворительное решение к аналитически неразрешимым или сложнорешаемым задачам через последовательный подбор и комбинирование искомым параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию.

В ходе исследования рассмотрено построение генетического алгоритма для подбора проектных параметров ребристой плиты перекрытия, опертой по контуру. Конструкция имеет в плане прямоугольную форму с размерами 48м x 60м. Шаг сетки колонн варьируется в пределах 5,8 м...8,4 м и обуславливает пролеты плиты и балок. Сечения балок в двух взаимно перпендикулярных направлениях одинаковы, плита рассматривается опертой по контуру ввиду выполнения условия:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{8,4м}{5,8м} = 1,45 < 2 \quad (1)$$

Высота балок принимается в пределах 1/8...1/15 от пролета плиты; ширина балок не варьируется. Колонны монолитные железобетонные с размерами поперечного сечения 0,4м x 0,4м. Нагрузка принята согласно [5] равномерно распределённой 2,0 кПа. Условия эксплуатации нормальные.

Материалы для конструирования:

- Бетон классов по прочности В15...В35;
- Арматура классов по прочности А400, А500.

Принятые согласно [4] ограничения следующие:

1. Проверка выполнения требований по прочности;
2. Проверка выполнения требований по деформативности;
3. Ограничение минимальной толщины проектируемого элемента;
4. Соблюдение требований по минимальному проценту армирования μ , %.

Ниже представлено построение итерационной схемы для оптимизации процесса проектирования рассматриваемых плит перекрытия.

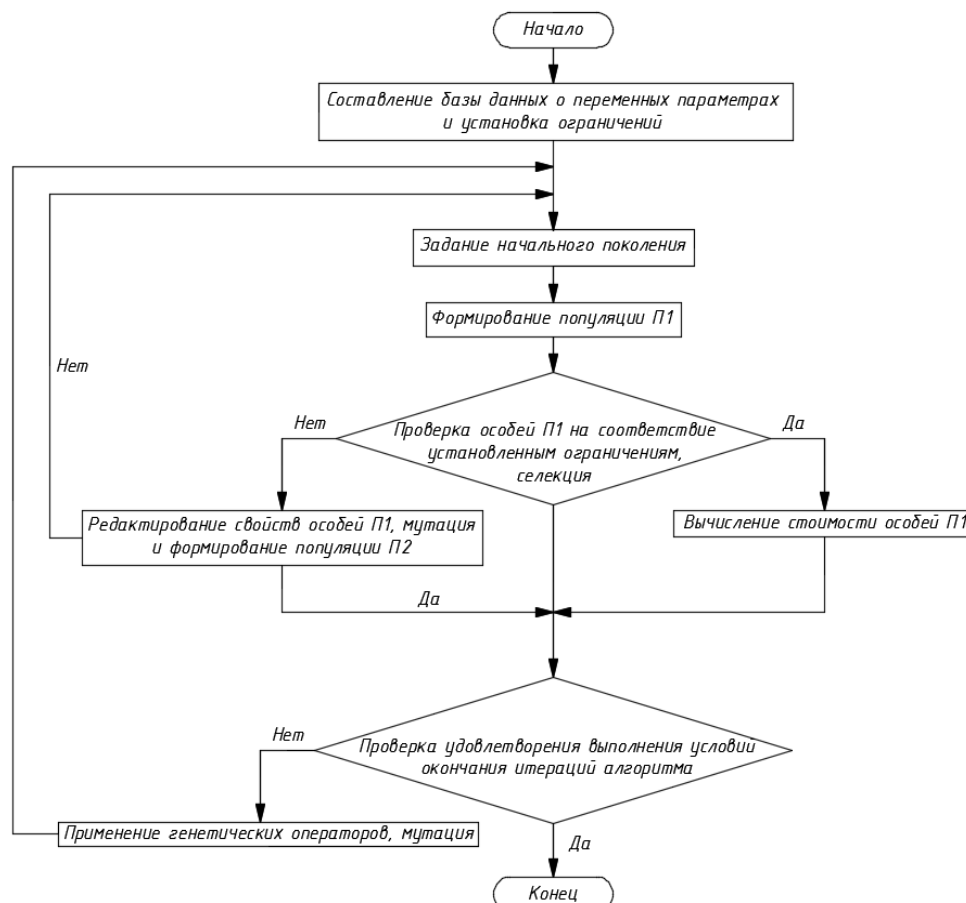


Рис. 1. Итерационная схема реализации метода генетических алгоритмов

Для данной проектируемой конструкции общая функция цели представлена следующим образом:

$$P = \{ P_B + P_A + P_F \} \rightarrow P_{\min}, \quad (2)$$

где P – плановая себестоимость проектируемой конструкции; $P_B; P_A; P_F$ – стоимости используемых для проектируемой конструкции бетона, арматуры соответственно

В случае адаптации данного условия к выбранной теме, а именно, при параметрической оптимизации проектируемой конструкции, значения функций $P_B; P_A$ можно записать в виде:

$$P_B = f \{ B; L; H; h_{пл} \}; P_A = f \{ A; A_{S_{тр}}; L; H \}; P_F = f \{ L; H; h_{пл} \} \quad (3)$$

где $B; A$ – дискретные множества допустимых для выбора параметров бетона и арматуры соответственно; $A_{S_{тр}}$ – площадь сечения арматуры оптимального варианта плиты;

$L; H; h_{пл}$ – геометрические параметры проектируемой конструкции: длина, ширина и высота плиты соответственно.

Для создания эволюционной модели подбора оптимальных проектных параметров проектируемой плиты был выбран пакет «Optimization Tool. Genetic algorithm» системы MATLAB, ввиду наличия инструментов для индивидуального подхода к решению поставленной задачи, а именно: возможности контроля процессов алгоритма, корректировки исходного кода, задания функций мутации и скрещивания. Процесс создания алгоритма и график распределения особей в процессе его работы представлены на Рисунке 2.

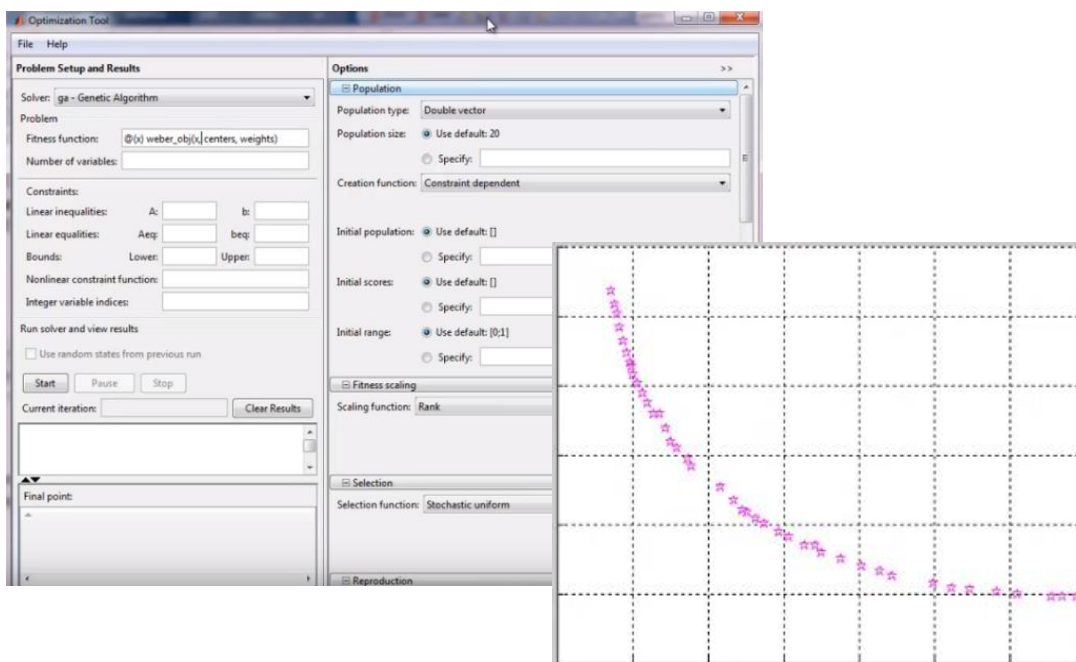


Рис. 2. Окно построения и график работы генетического алгоритма

Полученный в ходе работы алгоритма вариант плиты перекрытия, определяемый как оптимальный, представлен на Рисунке 3.

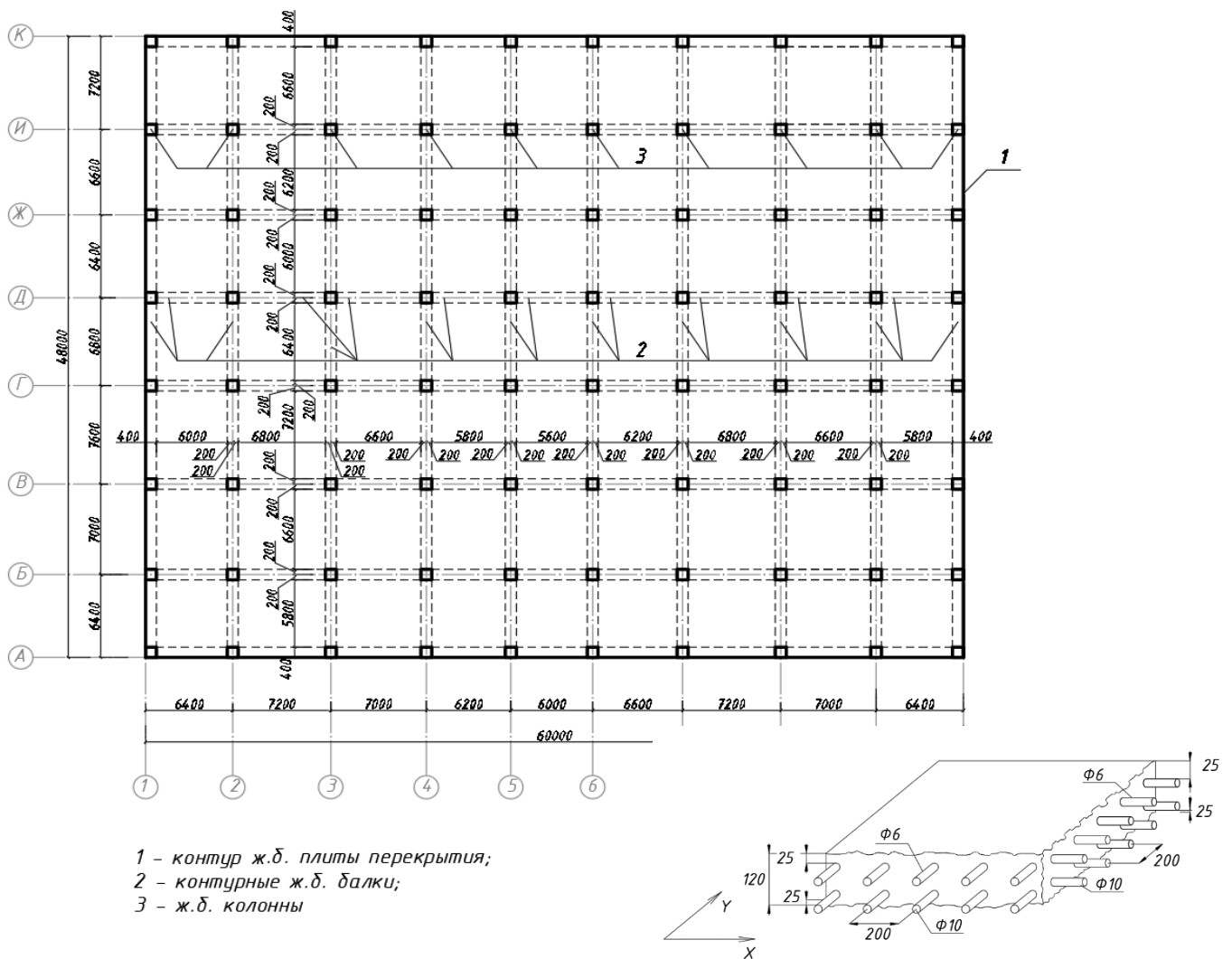


Рис. 3. Оптимальный вариант плиты перекрытия

С целью проверки корректности результатов работы созданного алгоритма был проведен аналитический расчет согласно [5] и численный расчет в нелинейной постановке с использованием ПК ЛИРА САПР 2016 R5 (Некоммерческая версия) наиболее нагруженной и большепролетной ячейки в осях В-Г / 7-8. Результаты сведены в Таблицу 1.

Таблица 1. Сравнение результатов

№ п/п	Рассматриваемый способ решения поставленной задачи	Расчетный действующий момент, т · м	Суммарная требуемая площадь армирования, $A_s^{тр}$, см ²	Стоимость 1 м ² плиты, руб.
1	Генетический алгоритм, созданный в системе MATLAB	1,03	10,72	1013,4
2	Аналитический расчет	1,03	10,72	1013,4

3	Численный расчет в ЛИРА САПР	1,05	11,75	1061,4
Итого расхождение результатов		1,9%	8,7%	4,52%

ВЫВОДЫ

Установлено соответствие полученного в ходе работы алгоритма варианта плиты всем заявленным требованиям. Таким образом, можно сделать вывод, что применение метода генетических алгоритмов возможно и актуально в вопросе оптимизации проектирования строительных конструкций. Адаптирование данного метода к балочным плитам перекрытия позволяет найти их оптимальные параметры, и, как следствие, снизить себестоимость конструкций (в частности, монолитных железобетонных ребристых плит перекрытия, опертых по контуру).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тамразян А.Г., Филимонова Е.А. Структура целевой функции при оптимизации железобетонных плит с учетом конструкционной безопасности. // Промышленное и гражданское строительство. 2013. – № 9. – С. 14-15.
2. Тамразян А.Г., Филимонова Е.А. Метод поиска резерва несущей способности железобетонных плит перекрытий. // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 3. – С. 23-25.
3. Tamrazyan, A. Searching method of optimization of bending reinforced concrete slabs with simultaneous assessment of criterion function and the boundary conditions / A. Tamrazyan, E. Filimonova // Applied Mechanics and Materials / International Conference on Materials Science and Mechanical Engineering: conference proceedings. - Kuala Lumpur, Malaysia, 2013
4. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М. Минстрой России. – 2015. – 162 с.
5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 01.07-85. – М. Минрегион России. – 2016. – 80 с.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

Ю.А. Курбатова¹, А.П. Парфененко²

¹студентка *julia.juli98@mail.ru*

²канд. техн. наук, *parf01@inbox.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Ярославское шоссе, 26

Аннотация

Предмет исследования: процесс движения людских потоков через проемы различной ширины, моделирование эвакуации людей из зданий и сооружений.

Цели: определение достоверности получаемых результатов времени эвакуации людей при моделировании движения людских потоков в программно-вычислительных комплексах.

Материалы и методы: движение людского потока, методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях и сооружениях, программно-вычислительные комплексы эвакуации людей.

Результаты: проведено моделирование движения людских потоков в программно-вычислительных комплексах, вычислено значение времени эвакуации при различных параметрах дверного проема в соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска, проанализированы полученные результаты и сделана оценка возможности использования данных программ для расчета рисков в зданиях и сооружениях.

Выводы: полученные отклонения времени эвакуации при моделировании движения людского потока через проемы различной ширины в программно-вычислительных комплексах имеют практического значения, так как показывают необходимость доработки программ для вычисления пожарных рисков.

ВВЕДЕНИЕ

В области исследования движения людских потоков появляются программы, разработчики которых, не обладают необходимым знанием о пожарной безопасности и параметров движения людских потоков. Алгоритмы, заложенные в программно-вычислительные комплексы, дают неадекватные результаты, что снижает показатель безопасности людей в зданиях и сооружениях. В данной работе описаны особенности использования индивидуально-поточного моделирования эвакуации людей в зданиях и сооружениях при изменении ширины дверного проема и рассмотрены основные параметры людского потока, характерные для индивидуально-поточного моделирования.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Оценка планировочных решений с точки зрения безопасности жизни людей [1] при пожаре в зданиях и сооружениях неотъемлемо включает в себя расчет эвакуации людей. В данной статье рассматривается моделирование эвакуации людей в различных компьютерных программно-вычислительных комплексах. В области исследования движения людских потоков появляются программы моделирования эвакуации людей, которые, как показывает практика [2-4], дают неадекватные результаты из-за непонимания разработчиками закономерностей движения людских потоков. Поэтому алгоритмы, заложенные в программах, необходимо проверять на корректность получаемых данных, а сами программы

- на соответствие используемых закономерностей между параметрами людских потоков и реальных процессов движения людей. Следовательно, анализ разрабатываемых компьютерных программно-вычислительных комплексов, которые используются для оценки времени эвакуации, является актуальной задачей, и существует острая необходимость тестировать программные комплексы и получать соответствующие заключения от компетентных специалистов перед выходом на общедоступный рынок. Моделирование движения людских потоков было рассмотрено в работах Parfyonenko А «Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации» [5] и Kholshchevnikova «Еще раз о моделировании людских потоков при оценке пожарного риска» [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Методике определения расчетных величин пожарного риска [7] в зданиях представлены три расчетные модели движения людских потоков: упрощенно-аналитическая, имитационно-стохастическая и индивидуально-поточная модели.

Упрощенно-аналитическая модель позволяет установить расчетные зависимости между параметрами движения людских потоков [8,9]. Данная модель наиболее простая и отработанная. Подразумевается, что люди при эвакуации создают равномерно распределенные потоки, не учитывается смешанность потоков эвакуирующихся (группа мобильности, площадь проекции, скорость). Поэтому данная модель дает адекватные результаты только при расчете эвакуации из геометрически простых помещений.

Имитационно-стохастическая модель движения людских потоков позволяет с хорошей точностью оценивать качественную и количественную картину процесса движения людских потоков при эвакуации. При расчете здание делится на элементарные участки, для каждого из которых производится множество расчетных операций в секунду. В данной модели присутствуют явления, свойственные людскому потоку [10,11]: растекание, переформирование, слияние, разуплотнение. Обе модели оперируют понятием людского потока, чувствительны к изменению геометрии здания, но не представляют возможным рассматривать движение отдельного человека в потоке.

Индивидуально-поточная модель предполагает моделирование передвижений отдельного человека с учетом его индивидуальных параметров (скорость, площадь проекции, мобильность). Данная модель используется для расчета эвакуации из здания со сложной внутренней планировкой [12,13].

Математическая модель выбирается, исходя из особенностей планировки здания, площади горизонтальных проекций людей, а также параметров движения людей различных групп мобильности.

Для анализа программно-вычислительных комплексов были предложены расчетные схемы движения людей из помещения размерами 20x2 м с проемами шириной 0,8, 1,2, 1,6 м и движения из помещения без проема, т.е. по горизонтальному участку пути шириной 2 м. Для расчета было необходимо расположить 360 человек в помещении с площадью горизонтальной проекции каждого человека $f = 0,1 \text{ м}^2/\text{чел}$ и плотностью потока людей $D = 0,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Согласно расчетным схемам были получены результаты расчета в соответствии с Методикой определения расчетных величин пожарного риска [7]. Расчет времени осуществлялся по закономерностям движения людских потоков:

$$t_{\text{ск}} = \frac{N \cdot f}{q_{\text{при } D=0,9} \cdot b} \quad (1)$$

где N – количество людей, чел;

f – площадь горизонтальной проекции человека, м²/чел;

$q_{\text{при } D=0,9}$ – интенсивность движения через участок при плотности 0,9 и более, м/мин;

b – ширина участка, при вхождении на который, образовалось скопление, м.

Интенсивность движения через дверной проем шириной менее 1,6 м определяется согласно зависимости:

$$q = 2,5 + 3,75 \cdot x \quad (2)$$

где x – ширина дверного проема, м.

Далее необходимо было смоделировать движение людей через различные проемы в программно-вычислительных комплексах и сравнить результаты ручного счета на соответствие с Методикой [7]. Предполагалось, что если программно-вычислительные комплексы учитывают закономерности движения людей в соответствии с Методикой, то результаты должны быть приближены к значениям, получаемым при расчете по упрощенно-аналитической модели. Если же отклонения результатов будет значительным, то использование перечисленных программ недопустимо.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам моделирования была составлена сравнительная таблица 1, где указано время эвакуации людей при моделировании в различных программно-вычислительных комплексах.

Таблица 1. Время эвакуации людей из помещения.

№			Ширина дверного проема 0,8 м	Ширина дверного проема 1,2 м	Ширина дверного проема 1,6 м	Горизонтальный путь шириной 2 м
1	Ручной счет	-в секундах	490,90 сек	257,14 сек	158,82 сек	79,99 сек
		-в минутах	8,18 мин	4,29 мин	2,65 мин	1,33 мин
2	Pathfinder	-в секундах	503,77 сек	258,50 сек	159,50 сек	80,50 сек
		-в минутах	8,39 мин	4,31 мин	2,66 мин	1,34 мин
3	Сигма ПБ	-в секундах	114,25 сек	68,50 сек	58,75 сек	57,25 сек
		-в минутах	1,90 мин	1,14 мин	0,98 мин	0,95 мин
4	Urban	-в секундах	76,00 сек	74,00 сек	76,00 сек	63,00 сек
		-в минутах	1,26 мин	1,23 мин	1,26 мин	1,05 мин
5	Fenix+	-в секундах	467,00 сек	243,00 сек	148,60 сек	45,40 сек
		-в минутах	7,78 мин	4,05 мин	2,47 мин	0,75 мин
6	Фогард Рв	-в секундах	150,20 сек	99,90 сек	74,30 сек	59,50 сек
		-в минутах	2,50 мин	1,66 мин	1,24 мин	0,99 мин

Ручной счет является эталоном, так как был рассчитан в соответствии с Методикой. Главным недостатком многих программ является отклонения времени эвакуации от эталонного значения, то есть можно сделать вывод, что программы не учитывают закономерности движения потока людей. При рассмотрении горизонтального участка без двери наибольшее отклонение от эталона показал программно-вычислительный комплекс Fenix+ (43,24%), при ширине дверного проема 1,6 м и 1,2 м наибольшее отклонение показала программа Сигма ПБ (63,01% и 73,36% соответственно), при ширине дверного проема 0,8 м - Urban (84,52%). Допустимым является отклонение, которое не превышает 5%. Лишь программно-вычислительный комплекс Pathfinder соответствует данному значению. Остальные программы дают серьезные отклонения, которые представлены в таблице 2, и их использование для расчетов нежелательно.

Таблица 2. Отклонения времени эвакуации людей, рассчитанного в программах.

№	Программно-вычислительные комплексы	Отклонения времени эвакуации от времени, рассчитанного в соответствии с Методикой
1	Pathfinder	0,42-2,62%
2	Сигма ПБ	28,43-76,73%
3	Urban	21,24-84,52%
4	Fenix+	4,87-43,24%
5	Фогард Рв	25,61-69,40%

При моделировании движения людского потока были выявлены определенные недостатки программно-вычислительных комплексов. В программе Pathfinder необходимо вручную задавать исходные данные по закономерностям движения людских потоков при ширине проема менее 1,6 м. Иначе программа будет считать «эффект ложного проема», то есть уменьшение действительной ширины проема на короткое время из-за того, что люди, идущие с боков горизонтального пути, отталкиваются от углов к центру дверного проема при проходе через него, поскольку люди стремятся избежать быть прижатыми к углам дверного проема. В программно-вычислительном комплексе Сигма ПБ был отмечен трудоемкий процесс подготовки здания и создания сценария эвакуации и неудобный интерфейс. При расстановке людей в Сигма ПБ программа не дает выставить необходимую плотность людского потока, также не представляется возможным задавать исходные данные по закономерностям движения людей. Urban соединяет в себе недостатки программы Сигма ПБ, а также при автоматическом расположении людей по заданному количеству в заданной области программа расставляет людей не только в помещении, но и «внутри» ограждающих конструкций. Качественная картина движения людей отображается неадекватно, у программы отсутствуют понятия скопления, слияния, разуплотнения и др., люди двигаются с одинаковой скоростью, шагая по головам впередиидущих людей, в дверном проеме поток людей сливается в единое целое. Программа Fenix+ не дает возможность выставить параметры движения людей при ширине дверного проема менее 1,6 м. Фогард Рв не показывается наглядно расположение дверей и людей, лишь их координаты в табличном виде, нет визуализации расчета, следовательно, нельзя полно оценить процесс движения людского потока.

Также нерешенными проблемами являются отсутствие общепризнанных критериев допустимого качества программ для моделирования эвакуации, отсутствие требований к квалификации разработчиков программ, отсутствие развития рынка пожарных моделей, поскольку все новые разработки являются клонированием предыдущих, не добавляют новых подходов, моделей, исходных данных.

ВЫВОДЫ

Проанализированы результаты моделирования движения людских потоков, получены отклонения, доказывающие некорректность алгоритмов, заложенных в программно-вычислительных комплексах, предназначенных для расчета времени эвакуации людей. Полученные данные дают перспективу доработки существующих программ и показывают необходимость подтверждения квалификации разработчиков программно-вычислительных комплексов. Предполагается, что если будут доведены существующие программы до соответствия с Методикой, если ведущие научные государственные организации будут выпускать методические руководства для разработчиков, расчетчиков и проектировщиков,

если будут разработаны наборы тестовых примеров для подтверждения квалификации разработчиков программно-вычислительных комплексов, станет возможным выпуск на общедоступный рынок программ, которые дают адекватные результаты в соответствии с Методикой, учитывая все тонкости зависимостей движения людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ-2008.
2. Холицевников В.В., Парфененко А.П. Сопоставление различных моделей движения людских потоков и результатов программно-вычислительных комплексов// Пожаровзрывобезопасность.- 2015.-С. 68-75.
3. Айбуев З.С.-А., Исаевич И.И., Медяник М.В. Свободное движение людей в потоке и проблемы индивидуально-поточного моделирования// Пожаровзрывобезопасность.- 2015. -С. 66-73.
4. Колодкин В.М., Галиуллин М.Э. Программные алгоритмы, реализующие модель движения людских потоков в системе управления эвакуацией людей из здания// Пожаровзрывобезопасность.- 2016. -С. 75-85.
5. Парфененко А.П. Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации// Пожаровзрывобезопасность.- 2014.
6. Холицевников В.В. Еще раз о моделировании людских потоков при оценке пожарного риска// Пожаровзрывобезопасность.- 2012. -С. 46-55.
7. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приложение к приказу МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382-2009.
8. Данченко А.М., Тараканов В.С., Штерн В.В. Применение индивидуально-поточной модели эвакуации при оценке рисков пожарной опасности в общественных зданиях// Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.- 2014.
9. Бараховская О.В., Первалов А.С. К вопросу о расчете фактического времени эвакуации людей из помещения// Пожаровзрывобезопасность.- 2010. -С. 41-47.
10. Холицевников В.В. Модели для расчета эвакуации людей устаревают// Пожаровзрывобезопасность.- 2017. -С. 39-55.
11. Холицевников В.В., Гилетич А.Н., Ушаков Д.В., Парфененко А.П. Общая закономерность изменения параметров движения людских потоков различного функционального контингента в зданиях и сооружениях// Пожаровзрывобезопасность.- 2011. -С. 32-41.
12. Бакиров И.К., Файзулина М.М. Индивидуально-поточная модель эвакуации, как эффективный метод вероятностного подхода при оценке рисков пожарной опасности в зданиях// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.- 2016.
13. Юртаев Е.А., Вытовтов А.В., Русских Д.В. Особенности отечественной методики расчета эвакуации людей индивидуально-поточным методом, реализуемой при помощи зарубежных программ// Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России».- 2018.

OPTIMIZATION OF EXISTING GAS DISTRIBUTION NETWORKS USING "ABSOLUTELY" RELIABLE CAMERAS

A.A. Lokteva¹, V.A. Dubovenko², A.K. Klochko³

¹student, *solnce1607@mail.ru*

²student, *dubovenko.work@gmail.com*

³scientific director, PhD, associate professor

^{1,2,3}Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26

Abstract

When designing gas distribution networks, the main requirement is to determining a reliability value. One of the ways to increase the reliability of the system is to use "absolutely" reliable cameras (hereinafter referred to as ARC). After calculating the reliability value for an arbitrary gas distribution network, we obtained a value equal to 0.81. Using ARC, we get the value of the reliability value always equal to 1. The use of "absolutely reliable cameras" for distribution networks allows us to ensure reliable supply of subscribers with a transported gas. Also, such a scheme is convenient in that there is no need to build a bypass for the network elements for the duration of the repair work, it is enough to consistently replace the pipelines on the dead ends.

INTRODUCTION

One of the main requirements for gas distribution networks is high reliability.

The concept of reliability distribution gas systems is the ability to transport gas in the required quantity in compliance with the specified parameters under normal operating conditions for a certain period of time. [1-10]

There are several ways to increase the reliability of gas distribution systems: increase the reliability of system elements, reservation, use absolutely reliable cameras (hereinafter referred to as ARC).

LITERATURE REVIEW

The effectiveness of ARC applications has been proven by many studies, some of which are [3,9]. There are also a number of methods for numerically determining the reliability value. The calculation will be carried out according to the methodology [5], since this work provides an optimized method for determining the reliability value.

MATERIALS AND METHODS

The reliability of the gas distribution system can be characterized by a reliability value of the gas distribution system [2]. The probability of failure of system element or the whole system is random and can be described using elements of probability theory. It is necessary to consider that the occurrence of an accident on various elements of the system causes various relative damage to the entire system.

Reliability value of the gas distribution system can be found by using a simplified equation [5]:

$$R_{syst} = 1 - \left(1 - \frac{1}{e^{\sum \omega_i}}\right) \cdot \frac{\sum (\Delta Q_i \omega_i)}{Q_0 \sum \omega_i} \quad (1)$$

where ω_i – value of flow failures for system element, 1/year; t – estimated time period for determining system's reliability value, year; ΔQ_j – lost volumes of gas by consumers, m^3/hr ; Q_0 – total gas consumption in the network, m^3/hr .

Let's calculate the reliability value for the case shown in Fig. 1

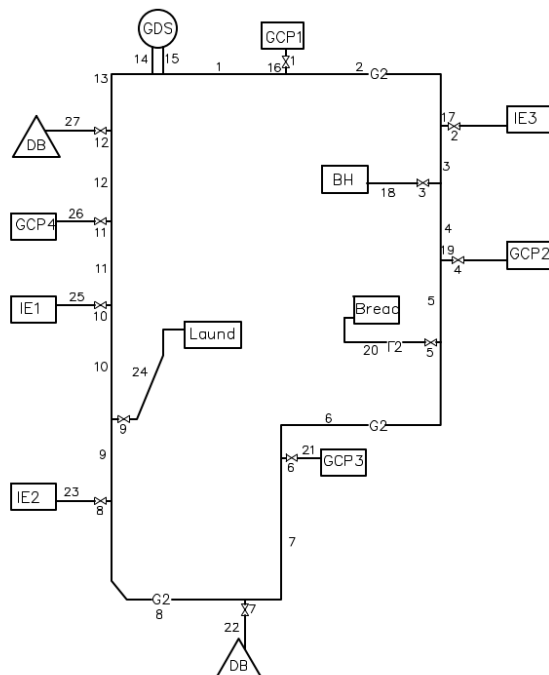


Fig.1. High-pressure gas distribution system of the city district

Figure 1 shows a ring network of high pressure with branches to consumers. The numbers of sections and shutoff valves are also shown.

RESEARCH RESULT

The calculations are shown in table 1.

Table 2. Network calculations

№ sec.	Section length, m	Section length, km	ω_{sp} , 1/(km·year)	ω_i , 1/year	ΔQ_j , m^3/hr	$\omega_i \Delta Q_j$, $m^3/(hr \cdot year)$
1	2	3	4	5	6	7
1	600	0,6	0,0025	0,0015	29894,59	44,094520
2	995	0,995	0,0025	0,0024875	29894,59	74,362793
3	275	0,275	0,0025	0,0006875	29894,59	20,552531
4	370	0,37	0,0025	0,000925	29894,59	27,652496
5	400	0,4	0,0025	0,001	29894,59	29,894590
6	1320	1,32	0,0025	0,0033	29894,59	98,652147
7	850	0,85	0,0025	0,002125	29894,59	63,526004
8	1125	1,125	0,0025	0,0028125	29894,59	84,078534
9	395	0,395	0,0025	0,0009875	29894,59	29,520908
10	550	0,55	0,0025	0,001375	29894,59	41,105061
11	405	0,405	0,0025	0,0010125	29894,59	30,268272

12	435	0,435	0,0025	0,0010875	29894,59	32,510367
13	515	0,515	0,0025	0,0012875	29894,59	38,489285
14	150	0,15	0,0025	0,000375	29894,59	11,210471
15	150	0,15	0,0025	0,000375	29894,59	11,210471
16	150	0,15	0,0025	0,000375	1921,16	0,720435
17	320	0,32	0,0025	0,0008	102,54	0,082032
18	350	0,35	0,0025	0,000875	646,48	0,565670
19	320	0,32	0,0025	0,0008	1932,01	1,545608
20	585	0,585	0,0025	0,0014625	1081,69	1,581972
21	195	0,195	0,0025	0,0004875	3150,66	1,535947
22	245	0,245	0,0025	0,0006125	7018,6	4,298893
23	320	0,32	0,0025	0,0008	41,35	0,033080
24	700	0,7	0,0025	0,00175	4353,21	7,618118
25	320	0,32	0,0025	0,0008	142,59	0,114072
26	320	0,32	0,0025	0,0008	1307,7	1,046160
27	320	0,32	0,0025	0,0008	8196,6	6,557280
1	-	-	-	0,0005	1921,16	0,960580
2	-	-	-	0,0005	102,54	0,051270
3	-	-	-	0,0005	646,48	0,323240
4	-	-	-	0,0005	1932,01	0,966005
5	-	-	-	0,0005	1081,69	0,540845
6	-	-	-	0,0005	3150,66	1,575330
7	-	-	-	0,0005	7018,6	3,509300
8	-	-	-	0,0005	41,35	0,020675
9	-	-	-	0,0005	4353,21	2,176605
10	-	-	-	0,0005	142,59	0,071295
11	-	-	-	0,0005	1307,7	0,653850
12	-	-	-	0,0005	8196,6	4,098300
			Σ	0,036525	Σ	671,400181

The reliability value for this network will be equal to:

$$R_{\text{sys}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{e^{(10 \cdot 0,036525)}}\right) \cdot \frac{671,400181}{29894,59 \cdot 0,036525} = 0,81$$

Increasing of the reliability value of a gas distribution network can be reached by using ARC. Applying a ring-type network (single-ring or more) and duplicating dead-end branches, the failure of any element does not entail volume loss of the transported gas in the system.

For the gas supply system using the ARC, shown in Fig. 2, based on equation (1), can be determining the reliability value.

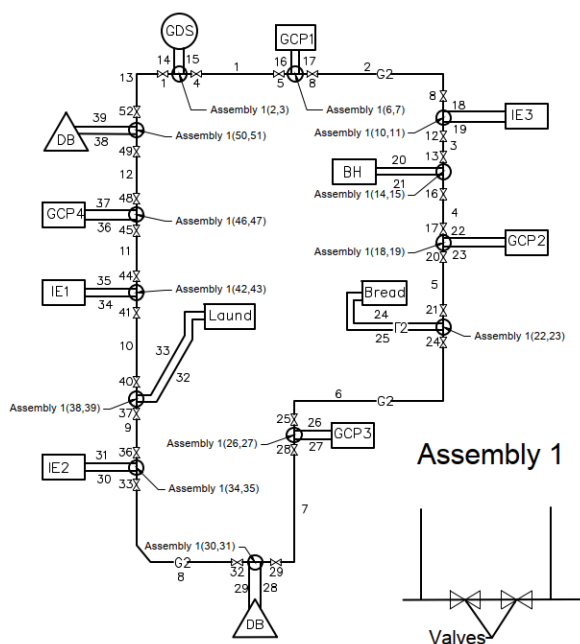


Fig. 2. High-pressure gas distribution system of the city district using ARC.

In our case, in accordance with equation (1), since there is no damage to the system during an accident ($\Delta Q_j = 0 \text{ m}^3/\text{hr}$), the reliability value does not depend on the ratio of the length of the dead ends to its annular part and R_{sys} is always equal to 1. Network calculations using ARCs are shown in table 2.

Table 2. Network calculations using ARCs

№ sec.	Section length, m	Section length, km	ω_{sp} , 1/(km·year)	ω_i , 1/year	ΔQ_j , m^3/hr	$\omega_i \Delta Q_j$, $\text{m}^3/(\text{hr} \cdot \text{year})$
1	2	3	4	5	6	7
1	600	0,6	0,0025	0,0015	0,00	0,000000
2	995	0,995	0,0025	0,0024875	0,00	0,000000
3	275	0,275	0,0025	0,0006875	0,00	0,000000
4	370	0,37	0,0025	0,000925	0,00	0,000000
5	400	0,4	0,0025	0,001	0,00	0,000000
6	1320	1,32	0,0025	0,0033	0,00	0,000000
7	850	0,85	0,0025	0,002125	0,00	0,000000
8	1125	1,125	0,0025	0,0028125	0,00	0,000000
9	395	0,395	0,0025	0,0009875	0,00	0,000000
10	550	0,55	0,0025	0,001375	0,00	0,000000
11	405	0,405	0,0025	0,0010125	0,00	0,000000
12	435	0,435	0,0025	0,0010875	0,00	0,000000
13	515	0,515	0,0025	0,0012875	0,00	0,000000
14	150	0,15	0,0025	0,000375	0,00	0,000000
15	150	0,15	0,0025	0,000375	0,00	0,000000
16	150	0,15	0,0025	0,000375	0,00	0,000000
17	150	0,15	0,0025	0,000375	0,00	0,000000
18	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000

19	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
20	350	0,35	0,0025	0,000875	0,00	0,000000
21	350	0,35	0,0025	0,000875	0,00	0,000000
22	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
23	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
24	585	0,585	0,0025	0,0014625	0,00	0,000000
25	590	0,59	0,0025	0,001475	0,00	0,000000
26	195	0,195	0,0025	0,0004875	0,00	0,000000
27	195	0,195	0,0025	0,0004875	0,00	0,000000
28	245	0,245	0,0025	0,0006125	0,00	0,000000
29	245	0,245	0,0025	0,0006125	0,00	0,000000
30	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
31	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
32	700	0,7	0,0025	0,00175	0,00	0,000000
33	700	0,7	0,0025	0,00175	0,00	0,000000
34	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
35	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
36	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
37	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
38	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
39	320	0,32	0,0025	0,0008	0,00	0,000000
1	-	-	-	0,0005	0,00	0,000000
2	-	-	-	0,0005	0,00	0,000000
...
49	-	-	-	0,0005	0,00	0,000000
50	-	-	-	0,0005	0,00	0,000000
51	-	-	-	0,0005	0,00	0,000000
52	-	-	-	0,0005	0,00	0,000000
			Σ	0,0659	Σ	0,000000

The reliability value for this network will be equal to:

$$R_{\text{sys}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{e^{(10 \cdot 0,0659)}}\right) \cdot \frac{0,00}{29894,59 \cdot 0,0659} = 1$$

CONCLUSIONS

In conclusion, using "absolutely reliable cameras" for distribution networks allows us to ensure reliable supply of consumers with a transported gas. Also, this solution is convenient in that there is no need to build a bypass for the network elements for the duration of the repair work, it is enough to consistently replace the pipelines on the dead ends of the network.

REFERENCE

1. Zhila V.A. Gas supply: textbook for university students in the specialty "Heat and Gas Supply and Ventilation". Moscow (2014)
2. Zhila V.A., Gusarova E.A., Gulyukin D.M. Reliability of gas distribution system. Moscow (2017).
3. Zhila V.A., Gusarova E.A., Gulyukin D.M. Methods to improve the reliability of gas distribution systems in urban construction. Moscow (2017).
4. Ionin A.A. Gas supply. Moscow (1989)

5. *Klochko A.K.* Simplified algorithm for determining the reliability value of a gas distribution network. // Theoretical foundations of heat and gas supply and ventilation. Collection of articles of the VII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of the foundation of the faculty of TGV MISI - MGSU – 2019.
6. *Medvedeva O.N., Slepchenko M.V.* Definition of reliability gas distribution systems. Saratov (2017)
7. *Murzakhanov G. Kh., Barsukov A.A., Semenov A.S., Makshin A.V.* Calculation methods of increase of reliability of gas distribution networks JS “MOSGAZ”. Moscow (2017)
8. *Larin N.S., Kusnetsov D.V., Petrushkin P.N., Mavrin D.S.* Assessment of factors influencing the reliability of gas supply systems. Saransk (2018)
9. *Klochko A.K., Lokteva A.A.* Application “absolutely” reliable cameras for distribution networks. // Collection of articles of the VII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of the foundation of the faculty of TGV MISI - MGSU – 2019. Moscow (2019)
10. *Zhila V.A., Markevich U.G., Solovieva E.B.* Development of method for determining optimal values of reliability of elements of gas distribution systems. Moscow (2016)

ИССЛЕДОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ТЕМУ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ЕГО ИЗМЕНЕНИЮ

А.В. Максакова

студентка, maks-nuuta@ya.ru

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

Большинство чрезвычайных ситуаций, происходящих в Российской Федерации, возникают из-за взрывов в жилых зданиях, а именно впоследствии утечки бытового газа. По статистическим данным за последние 30 лет из-за взрывов бытового газа в жилых зданиях максимальное количество погибших было в 2016 году и составило 29 человек (Рис. 1).

В связи с возникновением данной проблемой Правительство РФ приняло решение о создании конструкции, которая будет производить автоматический выброс элементов. Требования к легкосбрасываемым конструкциям и методу их испытаний, содержат ГОСТ Р 56288-2014 и ГОСТ Р 56289-2014. Но в данных документах присутствуют неточности, которые предстоит рассмотреть.

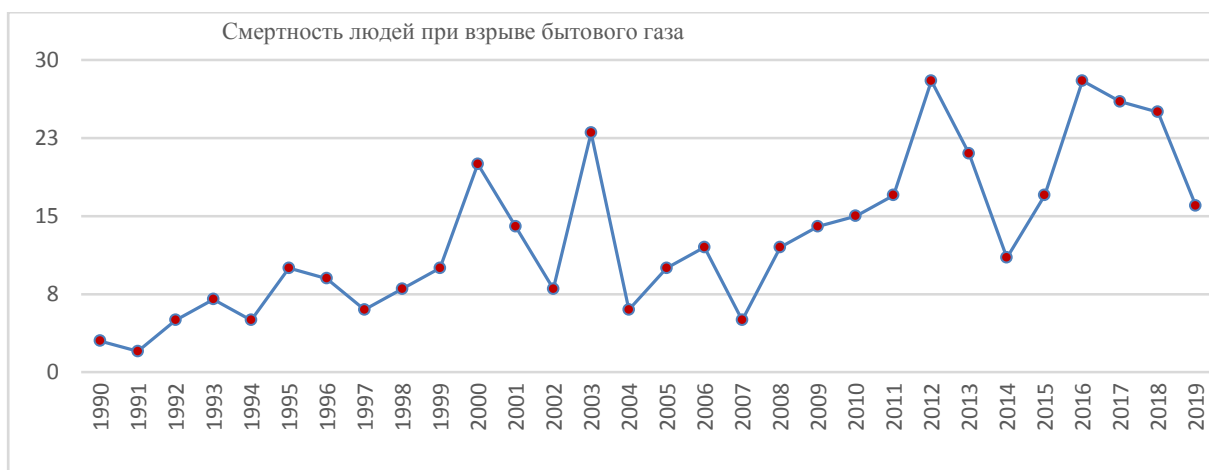


Рис.1. Количество погибших в следствии взрыва газа в жилых зданиях

ВВЕДЕНИЕ

Цель научной статьи определить противоречия в нормативно-технической документации и предложить решение по их устранению.

Для достижения поставленной цели сформулируем задачи:

1) провести анализ области применения и терминов к ГОСТ Р 56288-2014 «Конструкции оконные со стеклопакетами легкосбрасываемые для зданий. Технические условия» и предложить дополнения [1];

2) рассмотреть требования, предъявляемые к предохранительно запорным устройствам (далее – ПЗУ).

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В ходе работы проанализировали определённое количество научных работ [1-5], где рассмотрению подверглись всесторонние вопросы безопасного устройства предохранительных конструкций для обеспечения взрывоустойчивости зданий [2], а также поднимаются вопросы о защите зданий от воздействия внутренних взрывов [1]. Настоящие труды рассматривают принцип работы легкобрасываемой конструкции, но прямое описание конструкции кардинально различается от основных нормативных документов [6-7]. Основной задачей является уточнение определений и формулировок. В этом вопросе основную роль играют определения, которые приведены в научных работах и в настоящей статье главной задачей является внесение уточнений в уже существующий ГОСТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

ГОСТ Р 56288-2014 «Конструкции оконные со стеклопакетами легкобрасываемые для зданий. Технические условия» распространяется на легкобрасываемые конструкции (далее-ЛСК) оконные со стеклопакетами. В данном документе отсутствует понятие «стеклопакет», а также рассмотрения требует термин «остекление», так как данные разновидности светопрозрачного заполнения имеют одинаковое предназначение, но разные технические характеристики.

Остекление – одно или несколько изделий из стекла, закрепленных в единую систему [2].

Стеклопакет – светопрозрачная конструкция строительного назначения нескольких стёкол, скреплённых между собой по контуру с помощью дистанционных рамок и герметиков.

Стандарт распространяется на ЛСК по типу вскрытия смещаемые и поворотные, а рекомендации ВНИИПО дают определение разрушаемому типу. При внесении изменений необходимо указать классификацию ЛСК по типу вскрытия.

— Смещаемая - конструкция содержит смещаемый элемент, стеклопакет или рама со стеклопакетом, выпадающий наружу при воздействии на него избыточного давления.

— Поворотная – конструкция содержит поворотную створку, открывающаяся наружу, вращаясь вокруг оси крепления.

— Разрушаемая - конструкция, в которых происходит макроскопическое разрушение материала.

Если конструкция будет смещаемого или поворотного типа, а механизм вскрытия сбросного проема в независимости от материала окна будет идентичен для каждого типа, то действие стандарта можно распространить на окно со стеклопакетами и с остеклением. Так же при воздействии внутреннего взрыва горючих смесей на светопрозрачную конструкцию в зданиях и сооружениях механизм протекания взрыва будет одинаковым, в независимости от светопрозрачного заполнения [4].

Из-за уточнения области применения стандарта необходимо дополнить и скорректировать документ терминами и определениями. Легкобрасываемая конструкция - ограждающая строительная конструкция, позволяющая освободить сбросной проем при воздействии на нее нагрузок от внутреннего дефлаграционного взрыва.

В понятии ЛСК допущена неточность, ведь ограждающие конструкции выполняют функции ограждения или разделения объемов здания. Со стороны конструктивной особенности ЛСК относится к элементам заполнения проемов, то есть устанавливаемые в проемы ограждающей конструкций в зданиях и сооружениях.

Таким образом ЛСК - заполнение оконных проемов в ограждающей конструкции, позволяющая освободить сбросной проем при воздействии на нее нагрузок от внутреннего дефлаграционного взрыва.

В соответствии с ГОСТ 21519-2003 «Блоки оконные из алюминиевых сплавов. Общие технические условия» появляются определения конструкциям, которые также могут относиться к ЛСК, а именно витринные и витражные конструкции [3].

Витринные блоки - конструкции, предназначенные для заполнения стеновых проемов, обладают повышенным сопротивлением к ударным и другим воздействиям.

Витражные светопрозрачные конструкции – крупногабаритные многоячеистые конструкции из рамочных элементов со светопрозрачным заполнением, устанавливаемые в стеновые проемы зданий путем крепления профилей коробки к откосу проема.

После анализа области применения и терминов ГОСТ Р 56288-2014 рассмотрим присущие легкобрасываемой конструкции технические характеристики. В соответствии с п 5.1.2. данного стандарта ЛСК имеет предохранительные запорные устройства. Данные элементы крепления является неотъемлемой составляющей для всей конструкции, но известно лишь избыточное давление для условий срабатывания ПЗУ и диапазон температур для безотказного срабатывания креплений [5]. Сегодня документация, обеспечивающая контроль ПЗУ, отсутствует и в целях повышения надежности конструкции и нормирования требований необходимо разработать методику испытаний на безотказное срабатывание ПЗУ [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По итогам проведенного анализа можем сделать вывод, что ГОСТ Р 56288-2014 распространяется на конструкции смещаемого и поворотного типа, то нет разделения на виды светопрозрачного заполнения.

Витражные и витринные конструкции также относятся к заполнениям проемов, как и оконные конструкции.

Дополнение терминов и определений в стандарте: «Остекление», «Стеклопакет», «Разрушаемые», «Витринные блоки», «Витражные светопрозрачные конструкции». Корректировке подлежит определение «Легкобрасываемая конструкция».

ВЫВОДЫ

По результатам исследования были проанализированы и изучены актуальные научные работы, а также нормативная литература по теме Легкобрасываемой конструкции. По итогам предлагаю внести корректировки в уже существующие нормативные документы, которые коснутся расширения области применения стандартов и формирование более точных определений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горев В. А., Мольков В. В. О зависимости параметров внутреннего взрыва от устройства предохранительных конструкций в проемах ограждающих стен промышленными жилых зданий // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 10. — С. 6-25. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.10.6-25.
2. Орлов Г. Г., Корольченко Д. А., Корольченко А. Я. Экономическая оценка эффективности применения предохранительных конструкций для обеспечения взрывоустойчивости зданий и сооружений // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. - Т. 24, № 6. - С. 51-57.
3. Орлов Г. Г., Корольченко Д. А., Корольченко А. Я. Определение величины и характера взрывных нагрузок при применении инерционных предохранительных конструкций // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. - Т. 24, № 4. - С. 47-55.

4. *Поландов Ю.Х., Добриков С.А., Кукин Д.А.* Результаты испытаний легкобрасываемой конструкций// *Пожаровзрывобезопасность/ Fire and Explosion Safety/-2017/* - Т.26, №8. – С.5-14. DOI: 10.18322/ PVB.2017.26.08.5-14.
5. *Мишуев А. В., Казенное В. В., Комаров А. А., Громов Н. В., Лукьянов А. В., Прозоровский Д. В.* Особенности аварийных взрывов внутри жилых газифицированных зданий и промышленных объектов // *Пожаровзрывобезопасность.* - 2012. - Т. 21, № 3. - С. 49-56.
6. ГОСТ Р 56288-2014 «Конструкции оконные со стеклопакетами легкобрасываемые для зданий. Технические условия».
7. ГОСТ Р 56289-2014 «Конструкции светопрозрачные легкобрасываемые для зданий. Методы испытаний на воздействие внутреннего аварийного взрыва»
8. ГОСТ 21519-2003 «Блоки оконные из алюминиевых сплавов. Технические условия (с Поправкой)».

BIẾN DẠNG TĨNH ĐỘNG CỦA BÊ TÔNG VỚI SỰ GIA CƯỜNG CỐT THÉP GIÁN TIẾP

Nguyễn Thị Trang¹, Phan Đình Quốc²

¹Học viên cao học, Trường Đại học xây dựng nghiên cứu quốc gia Moscow, thành phố Moscow, Nga, Nguyentrangxdk54@gmail.com

²Nghiên cứu sinh, Trường Đại học xây dựng nghiên cứu quốc gia Moscow, thành phố Moscow, Nga, d2nucevn@gmail.com

Chú dẫn:

Kết quả của các nghiên cứu thực nghiệm về sự biến dạng của các mẫu bê tông hình lăng kính được gia cố bằng cốt thép gián tiếp trong quá trình chịu tải tĩnh – động. Theo dữ liệu thực nghiệm, các biểu đồ về mối quan hệ ứng suất – biến dạng được xây dựng theo tải trọng được xem xét. Bài báo mô tả chuỗi các nghiên cứu thực nghiệm. Các kết quả thu được cho phép đánh giá tải trọng động trong các cấu kiện bê tông có sự gia cường cốt thép gián tiếp theo từng cấp độ gia tải. Bằng cách so sánh các thông số của biểu đồ quan hệ ứng suất – biến dạng thu được từ thực nghiệm cho các mẫu bê tông được gia cố bằng cốt thép gián tiếp và mẫu bê tông không có cốt thép gián tiếp, cho thấy việc sử dụng cốt thép gián tiếp, ngoài cốt thép thanh thông thường, có thể có tác động đáng kể đến hệ thống kết cấu bê tông cốt thép dưới những tải trọng đặc biệt và có thể được coi là một trong những cách để bảo vệ các phần tử kết cấu khỏi sự sụp đổ lũy tiến.

LỜI NÓI ĐẦU:

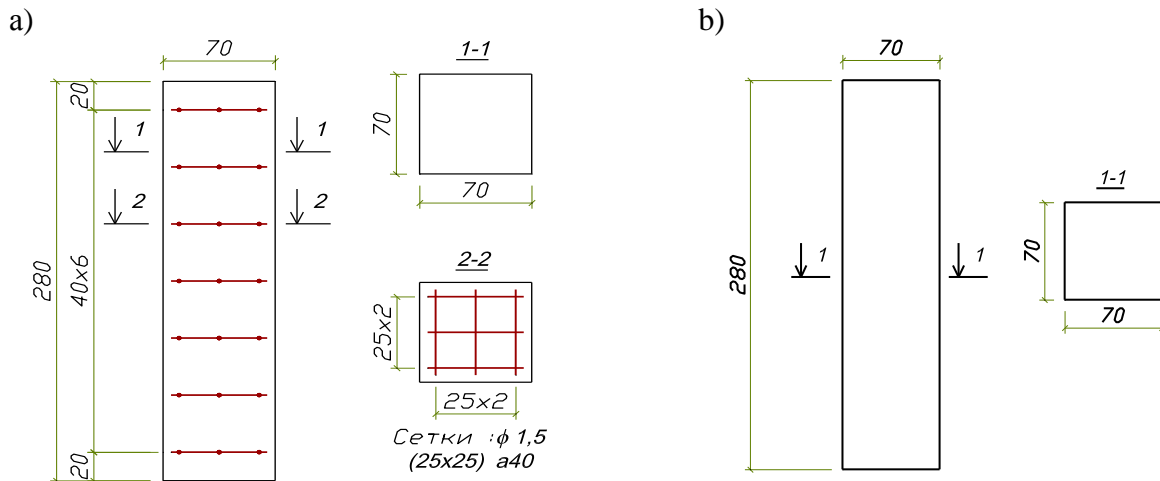
Sự liên quan của nghiên cứu nhằm phát triển các phương pháp đánh giá trạng thái ứng suất – biến dạng của cấu kiện bê tông cốt thép trong các hệ kết cấu siêu tĩnh với trường hợp tái cấu trúc diễn ra một cách đột ngột, vì vậy nó được xác định bởi sự cần thiết phải tạo ra các cách để bảo vệ các công trình khỏi sự sụp đổ lũy tiến [1-10]. Một cách để bảo vệ các yếu tố cấu trúc khỏi sự sụp đổ lũy tiến là bố trí cốt thép gián tiếp bên trong cấu trúc của các hệ kết cấu của các tòa nhà hay các công trình xây dựng.

Các nghiên cứu về phương pháp đánh giá trạng thái ứng suất – biến dạng của cấu kiện bê tông cốt thép trong các hệ kết cấu siêu tĩnh với trường hợp tái cấu trúc diễn ra một cách đột ngột đã được thực hiện trong những năm gần đây bởi một số trường khoa học trong và ngoài nước [1-4]. Một phân tích các tài liệu quy định của Nga thuộc thể hệ mới nhất [5,6], cũng như các tài liệu quy định của các quốc gia khác [7-8], cho thấy vấn đề xác định tải trọng động trong các cấu kiện của hệ thống kết cấu có thể được giải quyết đủ nghiêm ngặt mà không cần lấy dữ liệu thực nghiệm cần thiết, bao gồm cả dữ liệu thử nghiệm cần thiết cũng như cả việc nghiên cứu các thông số biến dạng của vật liệu kết cấu bê tông cốt thép.

Các nghiên cứu về ứng xử của kết cấu khi loại bỏ đột ngột các phần tử chịu tải khỏi công trình, đã cho thấy rằng, trong quá trình tạo ra tác động đặc biệt như vậy đối với hệ thống kết cấu chịu lực của công trình dưới tải trọng tĩnh thì bản chất tính chất của vật liệu, kết cấu đã thay đổi. Ví dụ, nếu trong một cấu trúc bê tông cốt thép được gia tải với tải trọng tĩnh (tải trọng vận hành), hỗ trợ theo phương thẳng đứng bị dỡ bỏ ngay lập tức, các cấu kiện còn lại không bị phá hủy của hệ thống kết cấu sẽ nhận được tải trọng động trong nửa chu kỳ đầu tiên của dao động [9,10]. Một tác động như vậy tạo ra một loại tải trọng tĩnh – động trong các cấu kiện của hệ thống kết cấu chịu lực công trình, để có thể tìm hiểu sâu hơn về vấn đề này đòi hỏi phải có một nghiên cứu chuyên sâu và riêng biệt. Hiện tại, Khoa kết cấu đá và bê tông, Trường Đại học xây dựng nghiên cứu quốc gia Moscow, đã tiến hành một số nghiên cứu tập trung vào loại tải tĩnh - động của cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép.

Một trong những cách để bảo vệ các hệ thống kết cấu chịu lực của công trình khỏi sự sụp đổ lũy tiến đó là bố trí cốt thép gián tiếp bên trong cấu trúc của các cấu kiện. Hơn nữa, việc phân tích biến dạng và sự phá hoại của bê tông với sự gia cường cốt thép gián tiếp là một nhiệm vụ mới, bắt buộc phải thực hiện những nghiên cứu độc lập, bao gồm cả nghiên cứu thực nghiệm.

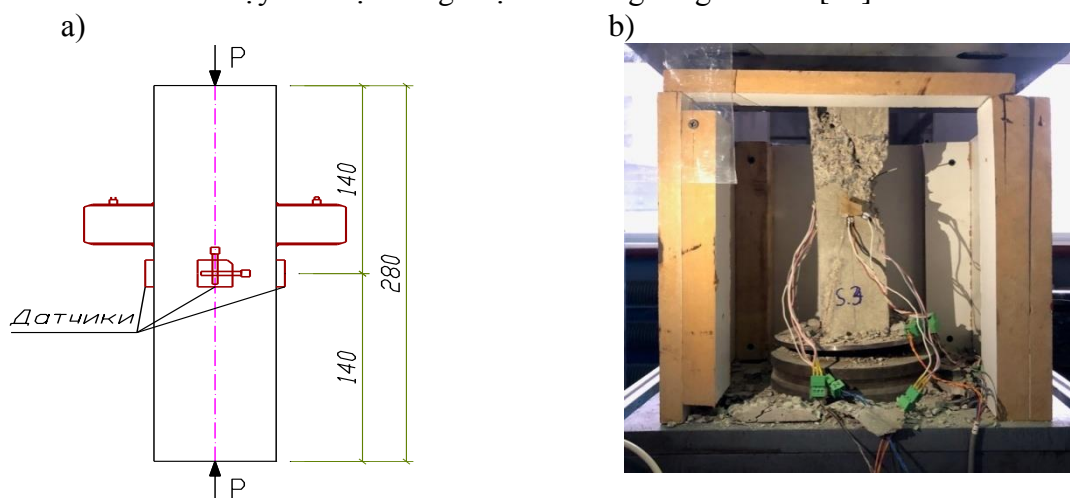
Thử nghiệm được tiến hành trên mẫu bê tông lăng kính (Hình 1.a) được gia cường cốt thép gián tiếp và mẫu bê tông lăng kính không được cốt thép gián tiếp (Hình 1.b) dưới sự gia tải tĩnh – động.



Hình 1 - a) Mẫu bê tông có sự gia cường cốt thép gián tiếp, -
b) Mẫu bê tông không có sự gia cường cốt thép gián tiếp

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU:

Trong khuôn khổ của bài báo này, chúng tôi sử dụng phương pháp đã được ứng dụng trước đây để kiểm tra các mẫu bê tông lăng kính có cốt thép gián tiếp khi gia tải, dữ liệu thu được về biến dạng và sự phá hoại của các mẫu của lăng kính có cốt thép gián tiếp. Tác giả đã thử nghiệm các mẫu lăng kính có và không có cốt thép gián tiếp (Hình 2) theo trình tự sau: thực hiện gia tải lên các mẫu bê tông lăng kính có tải trọng tĩnh đến mức được xác định trước, tiếp theo là gia tải với tải trọng động dưới dạng tác động của tải có tốc độ cao. Đặc điểm của các thử nghiệm là thành phần động của tải (tác động) được áp dụng cho mẫu bê tông được gia tải dưới tải trọng tĩnh trước đó, tức là đến mẫu bê tông có ứng suất cố định từ tải trọng ban đầu được gia tải dưới tải trọng tĩnh. Ưu tiên của quy trình kiểm tra như vậy đã được công nhận bởi bằng sáng chế RF [11].



Hình 2 –a, b- Tổng quan về thí nghiệm

Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm, như đã nêu trên, liên quan đến việc sử dụng một thiết lập đặc biệt không chỉ cho phép khắc phục mức tải trọng tĩnh được gia tải cho mẫu, mà còn thực hiện gia tải động sau khi chuyển mẫu vào gia tải động mà không phải loại bỏ tải trọng tĩnh. Để xác định cường độ mẫu hình lăng kính, mô đun đàn hồi và cấp phối bê tông của Poisson khi gia tải dưới tải trọng tĩnh, người ta đã sử dụng máy thí nghiệm thủy lực bốn cửa số Instron 1000HDX. Phương pháp và các tham số của tải trọng động và tải trọng tĩnh - động đã được thử nghiệm trên Instron 8802 và LabTest 6H (Hình 3). Để thu thập các đặc tính biến dạng và sự điều chỉnh đúng tâm của các mẫu bê tông lăng kính trong quá trình gia tải dưới tải trọng tĩnh, các thiết bị đo biến dạng được sử dụng được lắp đặt trên các bề mặt bên của các mẫu lăng kính. Trên các trục dọc của các bề mặt bên của chúng - để đo các biến dạng dọc và ở giữa chiều cao của mẫu - để đo các biến dạng ngang (Hình 2a). Việc thu thập chỉ số đo biến dạng được thực hiện bằng dụng cụ đo biến dạng National Instruments

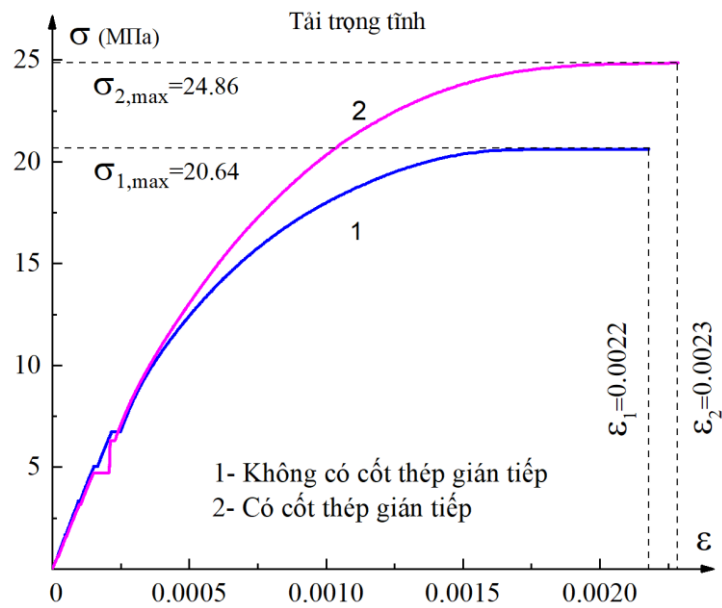


Hình 3 – Máy thủy lực Instron 1000HDX

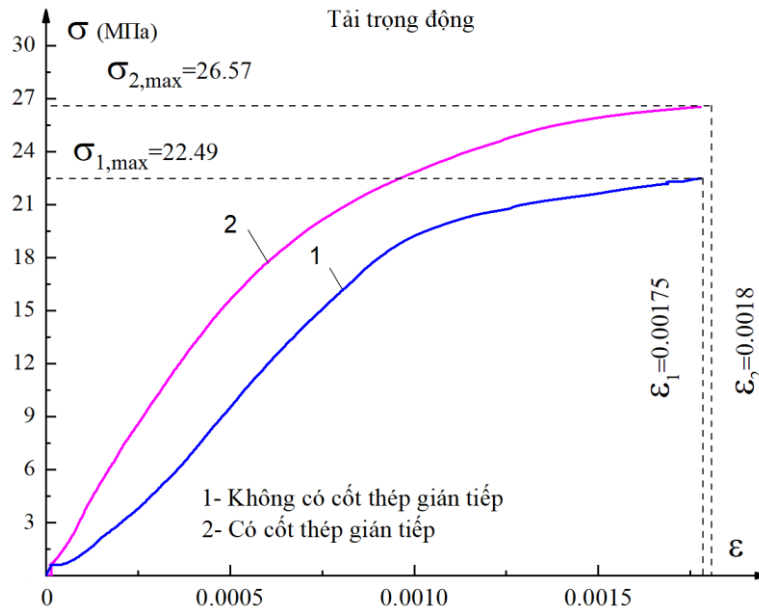
Dựa trên kết quả đo biến dạng của tải trọng tĩnh và tải trọng động, cuối cùng, các biểu đồ ứng suất - biến dạng của mẫu bê tông (σ - ϵ) được xây dựng. Trong trường hợp này, bằng cách tương tự với các biểu đồ mô men - độ cong cũng được hình thành [9], dưới tải trọng tĩnh - động, có thể chỉ ra hai phần biến dạng trên biểu đồ: phần tĩnh và phần động.

KẾT QUẢ CỦA NGHIÊN CỨU:

Kết quả xử lý số liệu thu được từ thực nghiệm của các mẫu bê tông lăng kính của loạt mẫu đầu tiên cho phép chúng tôi thực hiện một số phân tích sơ bộ. Việc lắp đặt cốt thép gián tiếp làm tăng 17% cường độ và trong cùng một giá trị của ứng suất có thể làm giảm 38% giá trị biến dạng của bê tông (Hình 4, 5). Cấp độ tải của tải trọng tĩnh trước khi thực hiện gia tải đột ngột ảnh hưởng đến cường độ tĩnh - động của vật liệu bê tông cốt thép. Bố trí cốt thép gián tiếp có thể làm tăng đáng kể giá trị cường độ của mẫu bê tông lăng kính trong các điều kiện tải khác nhau. Đồng thời, các chỉ số về khả năng biến dạng cuối cùng của bê tông cốt thép cũng thay đổi. Vì vậy, nếu mẫu bê tông lăng kính được gia cố bằng cốt thép gián tiếp với tải có giá trị tải trọng tĩnh từ 0,4 đến 0,7 σ_{max} , thì mức giảm biến dạng đáng kể, có thể quan sát khi cấp độ tải của thành phần tĩnh khi tải trọng tăng.



Hình 4 – Nghiên cứu thực nghiệm đối với mẫu bê tông lăng kính dưới sự gia tải tĩnh; - đường cong «ứng suất – biến dạng» của mẫu bê tông với gia tải tĩnh như sau:
1- không có cốt thép gián tiếp, 2- có cốt thép gián tiếp.



Hình 5 – Nghiên cứu thực nghiệm đối với mẫu bê tông lăng kính dưới sự gia tải động; - đường cong «ứng suất – biến dạng» của mẫu bê tông với gia tải động như sau:
1- không có cốt thép gián tiếp, 2- có cốt thép gián tiếp.

KẾT LUẬN:

Các nghiên cứu thực nghiệm về biến dạng, vết nứt và sự phá hoại của các mẫu bê tông hình lăng kính đã cho thấy sự hiệu quả của việc lắp đặt cốt thép gián tiếp trong các cấu kiện chịu tải để tăng khả năng sống sót và theo đó, bảo vệ các công trình xây dựng, chống sụp đổ lũy tiến dưới các tác động đặc biệt và khẩn cấp.

Nghiên cứu sâu hơn về đặc tính tĩnh – động của bê tông cốt thép với cốt thép gián tiếp sẽ giúp có được đánh giá định lượng chặt chẽ hơn về đặc tính cường độ và biến dạng của các cấu kiện bê tông được nghiên cứu bằng cốt thép gián tiếp theo cấp độ tải được xem xét.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Travush V.I., Fedorova N.V* Tính toán tham số khả năng sống sót cho các hệ kết cấu đóng khung // Tạp chí Xây dựng và Kiến trúc Nga. 2017. № 1(33). T. 6–14.
2. *Kabantsev O.V., Tamrazyan A.G.* Ứng dụng các thay đổi của sơ đồ thiết kế trong các phân tích thiết kế // Tạp chí Kỹ thuật và Xây dựng. 2014. № 5(49). T. 15-26. DOI: 10.5862/MCE.49.2.
3. *Trekin, N.N.* Bảo vệ các tòa nhà nhiều tầng khỏi sự sụp đổ lũy tiến / *E.N. Kodysh, N.N. Trekin, D.A. Chesnokov* // Kỹ thuật công nghiệp và dân dụng. – 2016 – №6. T. 8-13.
4. *Zenin S.A., Sharipov R.Sh., Kudinov O.V., Shapiro G.I., Hasanov A.A.* Tính toán các tòa nhà loại lớn cho sự ổn định chống lại sự sụp đổ lũy tiến bằng các phương pháp cân bằng giới hạn và phần tử hữu hạn // *Academia. Kiến trúc và xây dựng*. 2016. №4. - T. 109-113.
5. CII 385.1325800.2018 Bảo vệ các tòa nhà và cấu trúc khỏi sự sụp đổ tiến bộ. Quy tắc thiết kế. Nguyên tắc cơ bản / 385.1325800.2018. SP - M.: Bộ Xây dựng Nga, 2018.– 33T.
6. CII 296.1325800.2017 Các tòa nhà và công trình xây dựng. Hiệu ứng đặc biệt. Bộ Xây dựng Nga. M., 2017. 23 T.
7. Quản trị dịch vụ tổng hợp (GSA). Hướng dẫn phân tích và thiết kế đường dẫn thay thế cho khả năng chống sập lũy tiến, sửa đổi ngày 1, ngày 28 tháng 1 năm 2016
8. 53 UFC 2-023-03. Tiêu chí cơ sở thống nhất (UFC). Thiết kế các tòa nhà để chống sập lũy tiến, 14 tháng 7 năm 2009, thay đổi 3, 1 tháng 11 năm 2016
9. *Fedorova N.V., Korenkov P.A., Wu N.T.* Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm biến dạng của thân bê tông cốt thép nguyên khối của các tòa nhà dưới tác động khản cấp // *Xây dựng và tái thiết*. 2018. № 4 (78). T. 42-52.
10. *Thiên tài G.A., Kolchunov V.I., Klyueva N.V. và các loại khác.* Cường độ và độ biến dạng của kết cấu bê tông cốt thép với các tác động thiết kế vượt trội: chuyên khảo. M.: ACB, 2004. – 216 c.
11. Bảng sáng chế cho sáng chế RUS 2696815 01/17/2019 Phương pháp xác định thực nghiệm các đặc tính tĩnh – động của bê tông / *Fedorova N.V., Medyankin M.D.*; Người nộp đơn và người giữ bằng sáng chế của Đại học Xây dựng Quốc gia Moscow

УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЫТИЙ СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ

П.С. Трунтов¹, В.И. Римшин²

¹магистрант, *pavel_truntov@mail.ru*

²проф., д-р техн. наук, проф., кафедры ЖКК, *RimshinVI@mgsu.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д.26

Аннотация

Предмет исследования: Усиление конструкций перекрытий с применением композитных и металлических материалов.

Цели: Целью данного исследования было изучение преимуществ и недостатков двух видов усиления плит перекрытия на примере спортивного комплекса, которые выполнялись в период реконструкции объекта.

Материалы и методы: По результатам анализа имеющегося опыта усиления железобетонных конструкций было выделено два варианта усиления. Первый вариант – усиление с применением композитного материала FibArm Tape 530/300, второй – усиление с применением традиционного метода в виде металлических двутавровых балок.

Результаты: Результатами проведенного исследования являются выявленные достоинства и недостатки каждого из рассматриваемых вариантов усиления. Посчитана стоимость производства работ на основании проекта усиления, а также выявлена экономическая эффективность применения композитных материалов при усилении железобетонных конструкций.

Выводы: Стоимость производства работ по усилению плит перекрытия с применением композитных материалов на 31% ниже, чем в традиционном варианте усиления. Помещения, в которых выполнялось усиление композитными материалами, были переданы в эксплуатацию в 1,4 раза быстрее. При усилении композитами не потребовалось изменение существующих инженерных систем.

ВВЕДЕНИЕ

В практике реконструкции зданий и сооружений часто возникает необходимость усиления конструкций и их отдельных элементов. В данной статье мною рассмотрено усиление плиты перекрытия двумя способами. Первый способ заключается в усилении с применением композитного материала FibArm Tape 530/300, второй вариант с применением традиционного метода в виде металлических двутавровых балок сечением, соответствующем I55Б1 по СТО АСЧМ 20-93.

Усиление плит перекрытия металлическими двутавровыми балками широко применяется на практике уже много лет. Имеется достаточное количество методик по проектированию усиления из металлических конструкций и при выборе варианта усиления проектировщик, как правило, склоняется в сторону традиционных вариантов усиления. В свою очередь усиление железобетонных конструкций внешним армированием композитными материалами еще не до конца изучены на практике и методики расчета продолжают совершенствоваться.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В работах [1-10] говорится, что методики проектирования усиления железобетонных конструкций композитными материалами не учитывают деформации сдвига в контактном шве, а сцепление композитного материала с бетоном косвенно оценивается введением коэффициента условий работы композитного материала при назначении его расчетного сопротивления.

В работе [11-18] проводится исследование по усилению железобетонных ребристых плит покрытия углеродными композитными материалами. На момент исследования здание – эксплуатируемое. Усиление было выполнено в виде приклеенных полос из углеродных тканей или ламинатов. Усиление выполнялось по нижней поверхности продольных ребер плит. Повышение несущей способности плиты покрытия составило 40%.

В результате экспериментальных исследований [19-23] установлено, что основной схемой разрушения изгибаемых железобетонных элементов внешним армированием являются отслоение композитной арматуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования расположен в городе Москве. Назначение здания – спортивный комплекс. Конструктивная система здания – стеновая с продольным и поперечным расположением несущих стен. комплекс двухэтажный. Вертикальными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные стены, толщиной 160 мм. В ходе технического обследования вертикальных конструкций дефектов и повреждений, свидетельствующих о потере несущей способности, не зафиксировано.

Горизонтальными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные плиты перекрытия и покрытия. Максимальная длина пролета – 9 м. Толщина плит перекрытия составляет 200 мм, толщина плиты покрытия – 160 мм. После анализа проектной документации установлено, что принят класс бетона по прочности на сжатие В25. Армирование плит выполнено стержневой горячекатаной арматурой с периодическим профилем классов А500С и А240.

Необходимость усиления вызвана выявленной после ввода в эксплуатацию ошибкой в проекте здания. Армирование перекрытий выполнено недостаточным для восприятия действующих нагрузок. При эксплуатации участок перекрытия получил сверхнормативный прогиб. На нижней поверхности обнаружены трещины с шириной раскрытия до 3 мм. Состояние объекта в соответствии с ГОСТ 31937-2011 оценивалось как аварийное.

Для приведения несущей способности плит перекрытия к нормативной в рамках реконструкции здания был разработан проект усиления. Усиление плиты перекрытия производилось на цокольном этаже, и было разделено на два участка:

1-й участок перекрытия площадью 197 м² усиливался с применением композитной системы на основе углеродного волокна FibArm Tape 530/300 (см. рис. 1). Основные характеристики материала представлены в таблице 1.



Рис. 1. Выполненное усиление на 1-ом участке

Таблица 1. Характеристики композитного материала

Наименование материала	Плотность, г/м ²	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости при растяжении, МПа
FibArm Tape 530/300	530	4300	245000

2-й участок перекрытия площадью 109 м² усиливался путем подведения стальных двутавровых балок сечением, соответствующем I55Б1 по СТО АСЧМ 20-93 (см. рис. 2).

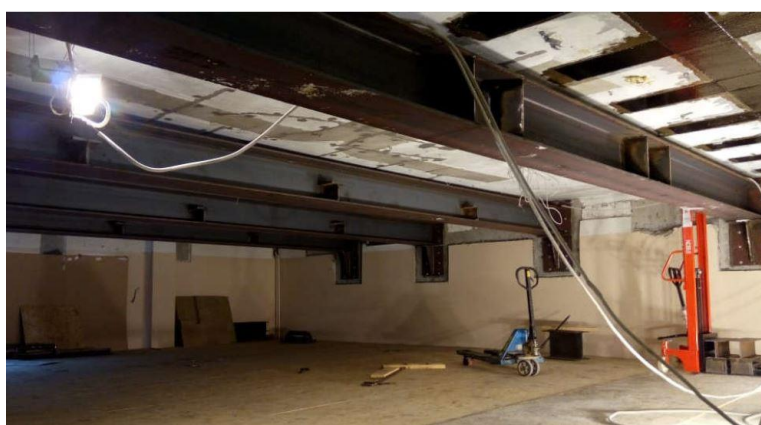


Рис. 2. Выполненное усиление на 2-ом участке

Перед выполнением работ на обоих участках предусмотрен демонтаж отделки, конструкции потолков, инженерных сетей и систем. Дефекты и трещины в перекрытии ремонтируются специальными материалами.

На основании проекта усиления выполнена смета в федеральных расценках ФЕР.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования сведены в таблице 2, где приведена стоимость по разделам сметы с пересчетом в текущие цены.

Таблица 2. Стоимость производства работ в рублях

Наименование работ	Участок 1	Участок 2
Устройство силовых лесов	Не требуется	223 146
Работы по усилению, в т.ч.:	2 491 562	1 629 763
Стоимость материалов	1 858 604	554 110
Стоимость работ	632 959	1 075 653
Работы по огнезащите	321 232	282 659
Замена вентиляции	Не требуется	125 620
Итого:	2 812 795	2 261 188
Площадь участка, м ²	197	109
Стоимость за 1 м ²	14 278	20 744
Экономия	31%	0%

ВЫВОДЫ

Анализируя полученные данные можно отметить, что стоимость производства работ на 1-ом участке, где применялись композитные материалы, на 31% ниже, чем в традиционном варианте исполнения. Срок производства работ на 1-ом участке составил 35 дней, на 2-ом – 60 дней, следовательно, помещения были переданы для коммерческой эксплуатации в 1,4 раза быстрее. При усилении композитами не потребовалось изменение существующей системы вентиляции, не изменилась отметка чистовых потолков.

Также стоит отметить, что результаты усиления на обоих участках одинаково успешны. Но по результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что усиление композитными материалами является более выгодным как с экономической стороны, так и с технической.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Римшин В.И., Меркулов С.И.* К вопросу усиления железобетонных конструкций внешним армированием композитным материалом Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 5. С. 92-100.
2. *Krishan A.L., Rimshin V.I., Troshkina E.A.* Strength of short concrete filled steel tube columns of annular cross section. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022062.
3. *Telichenko V., Rimshin V., Kuzina E.* Methods for calculating the reinforcement of concrete slabs with carbon composite materials based on the finite element model В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 04061.
4. *Меркулов С.И., Есупов С.М.* О вариации подходов к расчету многослойных элементов в SCAD В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2019. С. 70- 74.
5. *Римшин В.И., Кузина Е.С.* Анализ расчётного метода усиления конструкций системой внешнего армирования Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2018. № 3. С. 70-79.

6. *Varlamov A., Rimshin V., Tverskoi S.* A method for assessing the stress-strain state of reinforced concrete structures В сборнике: E3S Web of Conferences 2019. С. 02046.
7. *Римшин В.И., Меркулов С.И., Есинов С.М.* Бетонные конструкции, усиленные композитным материалом Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 2 (35). С. 93-100.
8. *Меркулов С.И., Римшин В.И.* Композитные материалы для бетонных и железобетонных конструкций В сборнике: Актуальные вопросы архитектуры и строительства Материалы Семнадцатой Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор: В. Т. Ерофеев. 2018. С. 222-225.
9. *Варламов А.А., Римшин В.И.* Модели поведения бетона. Общая теория деградации. Для студентов инженерно-строительных факультетов, получающих образование по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» / Москва, 2019. Сер. Научная мысль
10. *Varlamov A.A., Rimshin V.I., Tverskoi S.Y.* The modulus of elasticity in the theory of degradation. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022029.
11. *Параничева Н.В., Назмеева Т.В.* Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 2. С. 19–22.
12. *Меркулов С.И., Римшин В.И., Акимов Э.К.* Огнестойкость бетонных конструкций с композитной стержневой арматурой Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 4. С. 50-55.
13. *Kuzina E., Rimshin V., Kurbatov V.* The reliability of building structures against power and environmental degradation effects В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic edition. 2018. С. 042009.
14. *Krishan A.L., Narkevich M.Yu., Sagadatov A.I., Rimshin V.I.* Experimental investigation of selection of warm mode for high performance self-stressing self-compacting concrete. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering VII International Symposium Actual Problems of Computational Simulation in Civil Engineering. 2018. С. 012049.
15. *Varlamov A.A., Rimshin V.I., Tverskoi S.Y.* The general theory of degradation. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. С. 022028.
16. *Kuzina E., Cherkas A., Rimshin V.* Technical aspects of using composite materials for strengthening constructions В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 032053.
17. *Karpenko N.I., Eryshev V.A., Rimshin V.I.* The limiting values of moments and deformations ratio in strength calculations using specified material diagrams. В сборнике: International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies electronic edition. Сер. "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. С. 032024.
18. *Варламов А.А., Римшин В.И.* Модели поведения бетона. Общая теория деградации для студентов инженерно-строительных факультетов, получающих образование по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» / Москва, 2019. Сер. Научная мысль.
19. *Мосаков Б.С., Курбатов В.Л., Римшин В.И.* Основы технологической механики тяжелых бетонов. Минеральные Воды, 2017.
20. *Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю.* Контроль и надзор в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Минеральные Воды, 2016.
21. *Ерофеев В.Т., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Баженов Ю.М., Жидкин В.Ф., Родин А.И., Римшин В.И., Смирнов В.Ф., Богатов А.Д., Казначеев С.В., Родина М.А.* Биоцидный портландцемент. Патент на изобретение RU 2491239 С1, 27.08.2013. Заявка № 2012107175/03 от 27.02.2012.
22. *Римшин В.И., Трунцов П.С.* Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций, подвергшихся воздействию пожара. Университетская наука. 2019. № 2 (8). с.12-16.
23. *Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилов Е.Ю.* Геодезические работы в строительстве. Минеральные воды, 2016. Сер. Высшее профессиональное образование.

ВЛИЯНИЕ УСУШКИ ДРЕВЕСИНЫ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Д.А. Шабаяева¹, Г.М. Бажин²

¹студентка *dshabv@gmail.com*

²научный руководитель, ст. преподаватель, *bazhingm@tgsu.ru*

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема влияния усушки древесины на конструктивные решения деревянного домостроения. Целью статьи является раскрытие особенностей и разрешение этой проблемы наиболее современными и действенными методами. Основное внимание уделяется раскрытию процессов усушки древесины и их последствия в деревянном домостроении, методы их решения, собранных из научной литературы и опыта предшественников. В результате исследования были выделены три основных решения для обеспечения работоспособности деревянных конструкции при усушке древесины в домостроении.

ВВЕДЕНИЕ

Использование древесины в домостроении имеет многовековую историю и остается популярным в настоящее время. Древесина является доступным, прочным и экологически чистым материалом для строительства. Проблема обеспечения надежности конструктивных решений при влиянии таких факторов, как усушка древесины деревянного домостроения является одной из важнейших.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной статье использовались следующие методы исследования: сбор и изучение информации на базе научной литературы, анализ физических и механических свойств древесины, сравнение характеристик различных сортов древесины во время усушки, классификация современных методов решения данной проблемы, обобщение опыта деревянного домостроения под влиянием усушки древесины и систематизация полученной информации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Усушка – это уменьшение размеров сечения при уменьшении влажности древесины. [1] Рассмотрим полную усушку на примере древесины хвойных пород. Усушка проявляется вдоль волокон $\approx 0,1-0,3\%$ и поперек волокон: в радиальном направлении $\approx 3-7\%$, в тангенциальном $\approx 8-17\%$. Величина усушки может меняться, в зависимости от множества факторов, таких как возраст древесины, плотность древесины и т.п.

Величина усушки рассчитывается по формуле:

$$V_{max} = \frac{(A_{max} - A_{min})}{A_{max}} * 100,$$

Где A_{max} – максимальный размер при исходной влажности, A_{min} – минимальный размер, который остался после усушки.

Влага в древесине делится на два вида: *связная влага*, находится в клеточных стенках древесины; *свободная влага*, находится в межклеточном пространстве и в полостях клеток древесины.

$W_{пн} = 30\%$ –предел насыщения волокон. Это средняя величина, которая может меняться в зависимости от плотности древесины: с увеличением плотности $W_{пн}$ снижается; с уменьшением плотности $W_{пн}$ увеличивается; отклонение от среднего значения 30% могут достигать до 10-15% .

Для получения нужных размеров пиломатериалов после их высушивания при распиловке устанавливаются припуски на усушку, регламентируемые ГОСТ 67.82.1 «Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки». ГОСТ устанавливает величину усушки по толщине и ширине для обеспечения номинальных размеров пилопродукции; фактические размеры толщины и ширины пилопродукции при влажности, превышающей установленную для номинальных размеров, должны быть больше, а при меньшей влажности - меньше номинальных размеров на соответствующую величину усушки.

Равновесная влажность –это устойчивая влажность, которую древесина приобретает, когда долгое время находится в стабильных температурно-влажностных условиях. Равновесная влажность определяется по графику (Рис.1).

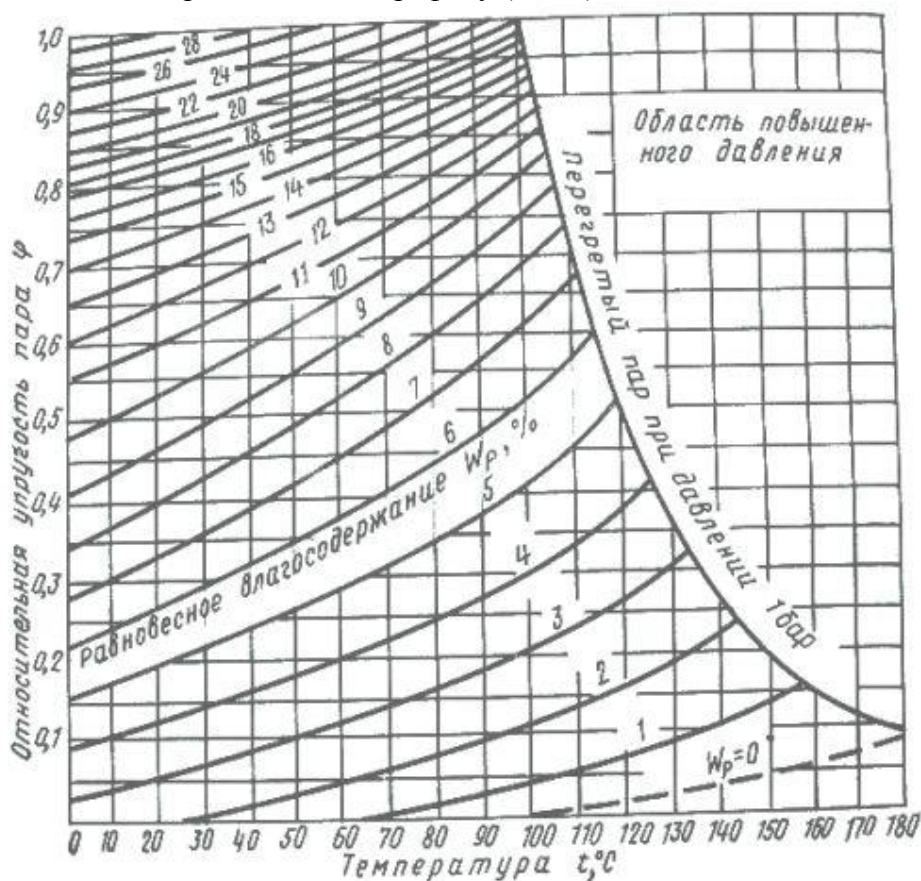


Рис. 1. Равновесная влажность

В наиболее заметной форме усадка древесины проявляется в усадке деревянных стен. Усадка деревянных стен - это частое явление в деревянном домостроении. Усадка стен из бревна может достигать 17%; оцилиндрованное бревно естественной влажности дает усадку до 10% от высоты стены; брус строганный сырой - до 12%; профилированный брус

естественной влажности - до 8%; профилированный брус камерной сушки - до 5%; клееный брус - до 2%. Усадка деревянных стен состоит из усушки (главный компонент), уплотнения и обмятия древесины.

Величина уплотнения древесины зависит от качества выполнения стен. Уплотнение выполняется: *нагельми в швах; стяжками в углах; стяжками типа «пружинный узел «сила»*

Для обеспечения работоспособности деревянных конструкции при усадке стен устанавливаются компенсаторы усадки. Это приспособления, которые компенсируют усадку деревянного дома, представляя собой устройство в виде регулировочного винта, включая анкера с гайками и несколько пластин, одна из которых является опорой. Компенсатор размещают между опорными столбами и деталями сруба, чтобы венцы при усадке стен не провисали (Рис.2,а). В первое время гайки подтягивают каждый день, затем реже.

Также, с помощью компенсаторов устанавливают на скользящие опоры стропил (Рис.2,б) [2]. Для проёмов (окна и двери) оставляют компенсационный зазор под усадку, величина которого зависит от высоты сруба и заполняется пастой и т.д. Также, выполняется усиление бревенчатых стен вертикальными сжимами, в которых отверстия под стяжные болты выполняются в виде пазов, длина которых соответствует усадке стен [3]. (Рис.3)



а
б
Рис. 2. Компенсаторы усадки стен:

- а) Винтовой компенсатор
б) Компенсатор скользящих опор стропил

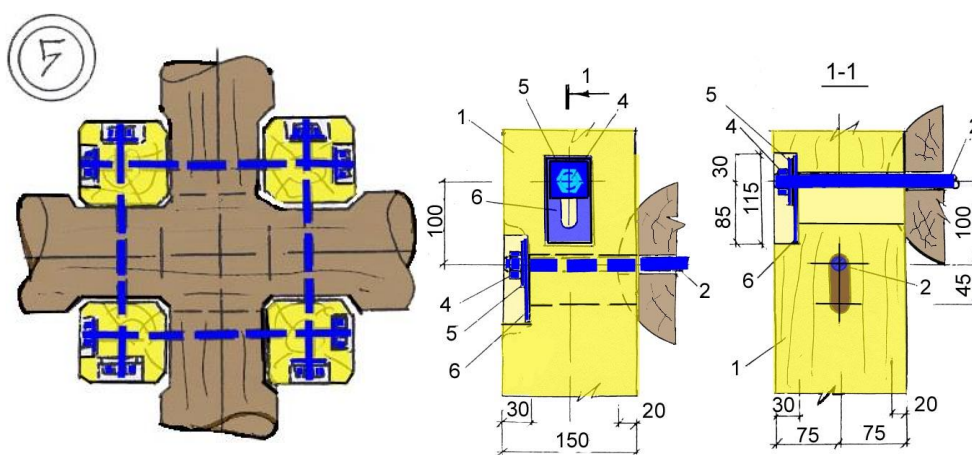


Рис. 3. Усиление бревенчатых стен вертикальными сжимами

ВЫВОДЫ

Усадка деревянных стен зависит от множества факторов (материалы, качества работ, влажность древесины, режим эксплуатации и т.д.).

Готовых, стандартных таблиц усадки деревянных стен нет. Есть стены и материалы, дающие минимальную усадку – бревно естественной влажности в срубе.

Выход – использовать практический опыт компенсации усадки сруба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уголев Б.Н., Галкин В.П., Горбачева Г.А., Калинина А.А., Белковский С.Ю. Экспериментальные исследования влияния наноструктурных изменений древесины на ее деформативность. - Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2012. № 7. С. 124-126.
2. Ополовников А. В. Реставрация памятников народного зодчества. - М. : Стройиздат. 1974 . 392с.3.
3. Беленя Е.И. Действительная работа и расчет поперечных рам стальных каркасов одноэтажных промзданий: Дисс. докт. техн. наук. Москва, 1959. 328 с.
4. Уголев Б.Н., Горбачева Г.А., Белковский С.Ю. Экспериментальное исследование показателей эффекта памяти древесины - Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник" (Москва), № 2 (101), с. 66-69
5. Санаев В.Г., Уголев Б.Н., Галкин В.П., Калинина А.А., Аксенов П.А. Изменение усушки древесины при развитии сушильных напряжений.- Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 1.С. 54-58.

Секция 5. MANAGEMENT IN CONSTRUCTION

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ УКРУПНЁННОЙ ЦЕНЫ РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Д.А. Антонов

магистрант, AntonovDmAn@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26,

Аннотация

Инвестиционно-строительный процесс подлежит строгой унификации с целью достижения безопасности людей, определения точных затрат для реализации строительства и получения максимальной прибыли. Вопросы единого метода определения точной цены уже поднимались рядом авторов [4, 8], но их сфера исследований затрагивала определение укрупнённой цены нового строительства. Задачи унификации ремонтных работ также поднимались [7], но метод определения укрупнённой цены ремонта и реконструкции так и не был предложен.

Предмет исследования: предлагаемый сборник укрупнённых цен. Объектом исследования в данной статье служит процесс ценообразования для ремонта и реконструкции.

Цель исследования: является предложение возможных рекомендаций по утверждению и применению сборника укрупнённых цен ремонта и строительства. Личный вклад автора заключается в предложении методики разработки и применения данного сборника.

Материалы и методы: изучение и обобщение действующих методик установления физического износа зданий, процессов ценообразования инвестиционно-строительного процесса, анализ работ других авторов на эту тему.

Результаты: результатом исследования являются предложение по составлению сборника укрупнённых цен и метод его использования.

Выводы: ценность полученного результата в том, что появляется возможность сформировать обоснованную цену проекта ремонта или реконструкции на стадии обоснования инвестиций.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в г. Москва активно ведётся деятельность по переустройству бывших промышленных объектов и предприятий в общественные места. Территория бывшего завода ЗИЛ реконструируется в жилую и общественную зоны, восстановлены и переоборудованы железнодорожные пути, проходящие непосредственно в городской черте и ныне известные как МЦК и МЦД, ремонт Филёвской линии московского метрополитена, реконструкция зданий Политеха и ТЭЦ №2 в центре Москвы. Однако не все здания подлежат восстановлению со стороны государства, и правительства Москвы в частности. Не имея на руках точной и обоснованной цены, ремонт и реконструкция могут быть не привлекательны с экономической точки зрения для государства, в результате чего

исторические здания исключаются из памятников архитектуры и передаются в частную собственность.

В статье предлагается механизм формирования укрупнённого норматива цены ремонта и реконструкции, который при дальнейшем применении позволит точно и обосновано определять цену ремонта укрупнённым методом на начальном этапе инвестиционно-строительного процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведение анализа относится к теоретическому уровню исследования и включает в себя изучение и обобщение действующих методик установления физического износа зданий, процессов ценообразования инвестиционно-строительного процесса, анализ работ других авторов на эту тему, на основе которых делается заключение о необходимости разработки нового документа и актуализации уже действующих.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Автор в своём исследовании опирается на исследования и публикации Журавлёва Павла Анатольевича, Ключева Виктора Дмитриевича и Пантелеевой Маргариты Сергеевны, связанных с тематикой методов определения укрупнённых цен строительства и капитального ремонта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отличительной чертой ремонта или реконструкции от нового строительства является то, что объект капитального строительства уже существует. В то же время, ремонт является таким же инвестиционно-строительным проектом с теми же этапами жизненного цикла и тем же порядком определения цены [1]. В общепринятой методике управления жизненным циклом любого инвестиционно-строительного проекта принято выделять 4 основных этапа: 1) инвестиционный, концептуальный или предпроектный, 2) проектирование, 3) строительство или реализация, 4) эксплуатация.

Принцип ценообразования [2], утвержденный для ремонтных и реконструкционных работ, не отличается от строительства вновь. Соответственно, стадии определения стоимости должны быть такие же.

Для нового строительства используются следующие виды цен:

1) преysкурантные, инвестиционные [3] цены – твёрдые цены, действующие в виде преysкурантов на типовые, повторно применяемые, экономически эффективные объекты. Предназначены для предварительной оценки определения стоимости на предпроектной стадии при принятии решения о строительстве. Для определения преysкурантной цены строительства используются сборники УНЦС и УНЦКР [4], инвестиционная определяется по объектам-аналогам;

2) предельная цена – лимитная цена проведения отдельных видов работ, строительства, реконструкции, капитального ремонта, технического перевооружения зданий и сооружений. Её уровень определяется на основании преysкурантной или инвестиционной цены распорядителями бюджетных средств или инвесторами, выдающих задание на проектирование [5], что позволяет принять решение об инвестировании [6]. В случае наличия разработанной проектно-сметной документации предельная цена может применяться на её основании при утверждении бюджетов в качестве лимита финансирования;

3) начальная (максимальная) цена – цена контракта, в том числе предусмотренных Федеральным законом №44 случаях, когда контракт заключается с единственным

поставщиком, подрядчиком или исполнителем. В строительной сфере наиболее распространенным методом определения этой цены является проектно-сметный. Сметная стоимость не должна превышать предельную цену [7]. В ходе проведения тендера может снижаться. Его участники отбрасывают лишние статьи затрат, чтобы понизить итоговую цену работ и выиграть тендер, таким образом тендер рассматривается как эффективный инструмент сокращения затрат [8];

4) договорная (контрактная) цена – определяется на стадии составления договора. Представляет собой твёрдую стоимость строительной продукции в течение всего периода строительства, установленную заказчиком по договорённости с подрядчиком. Основой для установления договорной цены являются сметные расчёты или расчётная стоимость строительства (предыдущий этап), определяемые в составе проектно-сметной документации, то есть цена выполнения работ и, кроме этого, ещё ряд факторов: расходы на эксплуатацию, характеристики используемых материалов, квалификация рабочих [9];

5) фактическая цена [3] – её значение получают по завершении всех строительных работ на основе учётной документации фактических затрат.

У ремонтных работ стадии определения цены, как правило, начинаются с начальной (максимальной) цены. Стоимость ремонта определяется по результатам измерения объёмов работ и составления сметной документации, что в свою очередь дает возможность недобросовестным подрядчикам использовать неточные данные для неоправданного завышения стоимости работ [10]. Возможно определять цену по объектам-аналогам, но тогда не будет учитываться физической износ конструкций, который потребует дополнительные средства на восстановление. Всё это приводит к тому, что страдает точность и достоверность определения укрупнённой цены ремонта на первой стадии.

При строительстве используются операции, которые можно объединить в группы и, найдя среднее значение материальных, трудовых и, как следствие, стоимостных затрат, создать усреднённую цену за 1 единицу измерения мощности вновь создаваемой строительной продукции. Зная виды работ и площадь помещений можно приблизительно определить справедливость выставления тех или иных расценок [11].

Основным аргументом против составления таких сборников для ремонта и реконструкции является то, что набор операций будет уникальным, их состав определяется индивидуально для каждого случая.

Однако, существуют сборники укрупнённых показателей восстановительной стоимости УПВС для объектов капитального строительства. Показатели в этих сборниках предназначены для определения полной восстановительной стоимости зданий и учитывают прямые затраты, накладные расходы, зимнее удорожание, затраты на непредвиденные расходы и всё это с учетом возвратных сумм. Кроме этого, учтены восстановительные стоимости для санитарно-технических и электротехнических устройств. Укрупнённые показатели составлены в уровне цен 1 января 1969 года. Предусмотрена возможность корректировки показателей с использованием коэффициентов для учёта особенностей конструктивных решений. Таким образом, необходимая методика определения укрупнённых показателей цены ремонта уже создана, необходимо лишь её актуализировать, с учётом текущего развития строительных технологии и техники, потому что данная база уже морально устарела [12].

Если использовать эти сборники (всего их 37 для зданий и сооружений и 13 для зданий и сооружений учреждений, состоящих на государственном бюджете), то потребуются сложная система коэффициентов для пересчёта в текущую стоимость, что однозначно будет создавать погрешности при пересчёте и снизит достоверность определения стоимости.

Для минимизации указанных выше проблем автор статьи предлагает:

- актуализировать сборники УПВС или разработать сборники укрупнённых цен вновь. Возможно, стоит взять за основу и сборники НЦКР для учёта отдельных конструктивных решений;

- на основе статистических данных определить часто повторяющиеся операции при осуществлении ремонтных работ, выделить их измерители, найти среднюю суммарную стоимость этих видов работ и принять её за укрупнённый норматив;

- привести стоимостные показатели к уровню цен 1 января 2001 года и рассчитывать стоимость ремонта базисно-индексным методом с использованием индексов-пересчета;

- так как стоимость ремонта будет основываться на текущем состоянии конструкций, для повышения точности расчета нужно актуализировать методику оценки физического износа, предложенную в ВСН 53-86, дополнить перечень конструктивных элементов, представленных в ВСН 58-88, актуализировать значения срока износа конструкций с учётом технологического прогресса;

- в коммерческих предприятиях могут быть собственные расценки ремонтных работ. Для них норматив цены ремонта и реконструкции будет носить рекомендательный характер и может служить базой для разработки собственных укрупнённых нормативов. Для бюджетного финансирования будет носить обязательный характер;

- принцип ценообразования в таких сборниках будет основан на учёте всех нормативных видов затрат: ПЗ, НР, ЗУ, возможных удорожаний, то есть тем же образом, что и в УПВС. По результатам расчёта будет формироваться восстановительный фонд, общая сумма которого принимается за предельную стоимость и выступать как обоснование инвестиций;

- для процессов, повторяющих технологию нового строительства, например, пристройка этажа или бокового помещения, предлагается комбинированное использование укрупнённого норматива цены ремонта и НЦС с чётким разделением документации для предотвращения путаницы и возможных действий коррупционного характера;

- сборники должны быть разделены на два вида: ремонтные показатели (текущий, капитальный и т.д.) и реконструкционные показатели. Именовывать сборники для ремонта можно как НЦР, а для реконструкции как НЦРс. Именовывать сборник для реконструкции НЦРк не рекомендуется, так как уже существуют сборники НЦКР и это может вводить в заблуждение.

Разработка данного норматива также позволит решить проблему сметного нормирования и ценообразования, связанного с недостаточным учетом многообразия современных отечественных и зарубежных строительных технологий [13]. Расчет укрупненной цены будет применяться на стадии планирования инвестиций [14]

В ряде регионов РФ уже существуют укрупнённые показатели капитального ремонта отдельных видов работ [15].

Порядок формирования самой цены (рис.1) будет зависеть от конечной цели работ – капитальный ремонт, с новым конструктивным решением, или это будет восстановление к исходному состоянию. Цена будет составная, позволяя комбинировать различные виды работ и конструктивные решения, с целью получения наиболее достоверного значения.

На первом шаге, независимо от конечной цели, определяется физический износ и объём работ (по мощности здания или сооружения). Методика определения физического износа будет основана на актуализации ВСН 56-83. Срок использования конструкций и потребность в следующем ремонте будут определяться по актуализированному ВСН 58-88.

Второй шаг уже подразумевает разделение по цели проекта.

В любом случае, замене будут подлежать те конструкции, которые возможно заменить. Те, которые заменить не представляется возможным – восстанавливаются до нормативного состояния [16].

1 вариант – восстановление. На основе статистических данных, а также актуализированных данных из УПВС, будет определяться стоимость восстановления конструкции на единицу мощности здания (1 м², 1 машино-место и т.д.). За основу могут браться сборники нормативных цен конструктивных решений НЦКР. Экспертом определяется, какое конструктивное решение сейчас существует и его качество (например, отделка - простая, улучшенная или высококачественная. Для каждой из них в сборнике будет среднее значение для единицы мощности здания). Суммируя средние значения восстановления конструкции и конструктивного решения получается укрупнённая цена восстановления.

2 вариант – капитальный ремонт с новым конструктивным решением на основе проекта. Сперва, если необходимо, будет удаляться существующее конструктивное решение. Средняя стоимость снятия определяется на основе статистики. Далее, восстановление конструкции и устройство нового конструктивного решения в соответствии с проектом. Сумма всех работ даёт укрупнённую цену капитального ремонта с новым конструктивным решением.

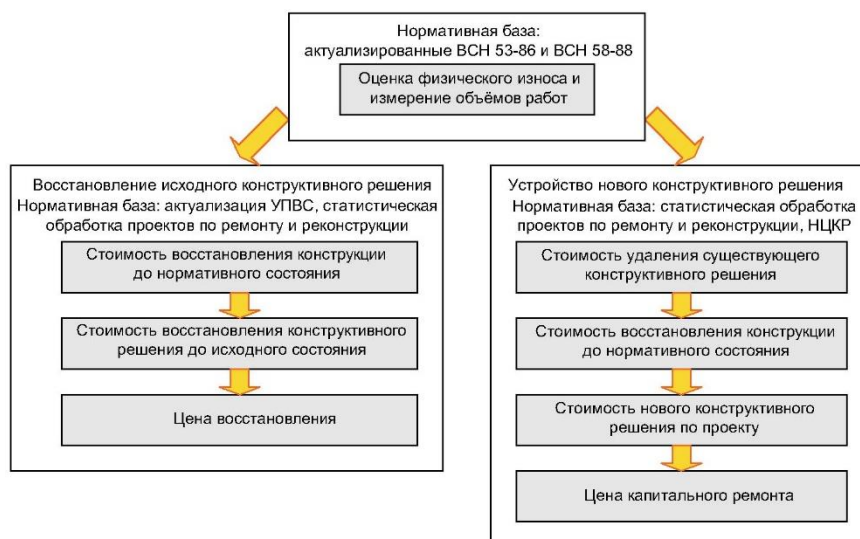


Рис. 1. Порядок формирования укрупнённой цены

Сборник будет включать в себя все средние значения цен для вышеназванных работ. Основа перечня конструктивных решений может быть взята из сборников НЦКР. Вариативность их использования позволит учесть специфику и потребность во всех возможных случаях, что разрешит вопрос об уникальности каждого ремонтного и реконструкционного проекта.

По мнению А. К. Орлова и А. Я. Занина [17], основной задачей нормирования материальных и денежных ресурсов является установление обоснованных затрат труда и расхода материальных и финансовых ресурсов на выполнение работ и услуг. При использовании укрупнённых нормативов цены ремонта и реконструкции можно решить данную задачу, лишив недобросовестных подрядчиков возможности необоснованно завязать цену за свои услуги.

Основой для разработки укрупнённых сметных нормативов является формирование ресурсно-технологической модели по каждому виду конструктивных решений и в целом по объектам капитального строительства [18]. Схема разработки НЦР и НЦРс может основываться на предложениях по ресурсно-технологическому моделированию сборников НЦС, которые сформировали С. Б. Сборщиков и П. А. Журавлев в своей статье (рис. 2). [19]

ВЫВОДЫ

Применение данной методики по разработке укрупнённых нормативов цены ремонта и реконструкции позволит на первом этапе инвестиционно-строительного проекта прозрачно сформировать обоснованную цену, которая будет являться предельной ценой ремонта или реконструкции, что предотвратит нецелевое использование бюджетных средств. Развитие предложенной модели позволит точно и обоснованно определять цену ремонта и реконструкции укрупнённым методом, благодаря чему ремонт и реконструкция может стать более привлекательной деятельностью для государства с экономической точки зрения, уменьшить количество нарушений, связанных с завышением цены [20] и позволит уменьшить количество переданных в частную собственность исторических зданий.



Рис. 2. Схема разработки укрупнённых нормативов цен ремонта и реконструкции

Автор благодарит преподавателей Мытищинского филиала НИУ МГСУ: Журавлева П.А., Шумейко Н.М., Сборщикова С.Б. за предоставленный научный материал на лекциях по ценообразованию и Пантелееву М.С. за наставничество и помощь в подготовке данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Госстроя России от 05.03.2004 N 15/1 (ред. от 16.06.2014) "Об утверждении и введении в действие Методики определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации" (вместе с "МДС 81-35.2004...") // Режим доступа: https://http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48827/944879622923d063349f11110183d428572d36ea/. Дата обращения: 8.12.2019.
2. Журавлев П.А. Определение сметной стоимости строительства в базисном и текущем уровнях цен : практическое пособие // Федеральный центр ценообразования в стр-ве и пром-сти строит. материалов. - Москва : Стройинформиздат, 2016. - 419 с.

3. Организация строительства и девелопмент недвижимости. Часть I: Организация строительства: учебник в двух частях 4-езд., перераб. и доп // - Москва : Издательский дом АСВ, ИИА «Просветитель», 2018. – 648 с.
4. Журавлев П.А. Цена строительства и этапы ее формирования // Вестник ИрГТУ. 2015. №9 (104). С.174-178. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24213075>. Дата обращения: 8.12.2019.
5. Антонян О.Н., Аверкина А.О., Торчян Н.Р. Развитие рыночных методов ценообразования на основе укрупненных сметных нормативов // Материалы III Международной научно-практической конференции: Социально-экономическое развитие городов и регионов: градостроительство, развитие бизнеса, жизнеобеспечение города. Волгоградский государственный технический университет. 2018. С.653-657. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38536414>. Дата обращения: 11.03.2020.
6. Пантелеева М.С., Богаутдинова Д.А. Особенности оценки экономической эффективности инвестиций для проектов реконструкции: практическое пособие // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Т. 7. № 8А. С. 99-109. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32337592>. Дата обращения: 1.02.2020.
7. Воронцова Е.А. Особенности определения сметной стоимости капитального ремонта многоквартирных домов // Сборник статей: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Самарский государственный технический университет. 2017. С.437-440. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29756528>. Дата обращения: 12.03.2020.
8. Пантелеева М.С., Лындина Ю.К. Тендер как способ борьбы с коррупцией в сферах госзаказа и госзакупок // Actualscience. 2016. № 2. С.321-322. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27542832>. Дата обращения: 11.03.2020.
9. Пантелеева М.С., Серебрякова С.С. Концепция разработки финансово-хозяйствующих субъектов строительства [текст]: практическое пособие / [Пантелеева М.С., Серебрякова С.С.]// Экономика и предпринимательство. 2016. № 2-1 (67). С. 752-755. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25694090>. Дата обращения: 1.02.2020.
10. Гарькина И.А., Гарькин И.Н. Проверка достоверности сметной стоимости капитального ремонта // Дневник науки. 2018. № 2 (14). С. 12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32536981>. Дата обращения: 12.03.2020.
11. Свиридов И.А., Сборщиков С.Б. О некоторых особенностях современной организации реновации российских городов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 2. С. 158-164. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37291195>. Дата обращения: 12.03.2020.
12. Казаков А.В. Обоснование актуальности формирования нормативов на капитальный ремонт [текст] // Управление инвестициями и инновациями. 2017. №1. С.56-65. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29118275>. Дата обращения: 11.03.2020.
13. Белова М.С., Матвеева А.С., Заступов А.В. Актуальные проблемы ценообразования в строительстве // Материалы 15-й Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Самарского государственного экономического университета: в 2-х частях: Проблемы развития предприятий: теория и практика. 2016. С.71. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27618521>. Дата обращения: 11.03.2020.
14. Дедюхина Е.С. Определение стоимости капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах с использованием инновационных решений // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 4 (15). С. 26-32. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25277193>. Дата обращения: 12.03.2020.
15. Казиев В.М., Хакуринов А.Б. Восстановление стоимости объекта за счет комплекса мероприятий по ремонту // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 2-9. С. 30-35. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28790280>. Дата обращения: 12.03.2020.

16. *Ермолаев Е.Е.* Управление потребительской стоимостью объектов строительства // Гуманитарные и социальные науки. 2013. №3. С.18-23. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20201782>. Дата обращения: 12.03.2020.
17. *Клюев В.Д., Зайцев Д.А., Евсикова Ю.В.* Стоимость капитального ремонта многоквартирных домов и нормативная база для ее определения // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2016. № 2 (17). С. 36-41. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26387847>. Дата обращения: 12.03.2020.
18. *Орлов А.К., Занина А.Я.* Методические рекомендации по определению стоимости содержания и ремонта объектов государственной недвижимости // Вестник МГСУ. 2012. №8. С. 214-220. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17952552>. Дата обращения: 1.02.2020.
19. *Журавлев П.А., Сборщиков С.Б.* К вопросу использования ресурсно-технологического моделирования при формировании инвестиционно-строительных программ // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №7. С. 198-201. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29845811>. Дата обращения: 8.12.2019.
20. *Клюев В.Д., Журавлев П.А.* Планирование капитального ремонта. Проблемы и пути их решения // Вестник МГСУ. 2011. № 2. С. 278-281. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17641446>. Дата обращения: 11.03.2020.

SALARY AS A FACTOR OF LABOR MOTIVATION

B.J. Gulmirzaev

student, gulmirzev@gmail.com

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan, Tashkent, Kary Niyazi st., 39

Abstract

In the transition to a market economy system, by changes in economic and social development of the country varies considerably policies in the pay field, social support and protection of workers. Many functions of the state to carry out this policy transferred directly to companies who independently establish forms, systems and amount of payment, material incentives for its results.

Organization of an effective system of wage in the enterprise, may be one of the main factors of increase of its competitiveness.

Prevailing as one of the most important and most massive forms of income, wages are the basis for the growth of labor productivity, since it is aimed at rewarding employees for their labor.

In modern management, the issue of staff motivation is becoming most relevant. Any manager who wants to achieve high labor productivity through the effective activities of his subordinates should take care of the incentives for them to work, so the main task of modern management is to create such working conditions under which the potential of employees will be used in the best way.

In this article we look at the existing system of wage in the water construction management *Uzsuvqurilishtaminot* and developed recommendations for its improvement.

Keywords: management, staff, salaries, incentives, labor, personnel efficiency, water management, budget, social security.

INTRODUCTION

Wage - the main source of income of workers and employees, with the help of monitored measure of labor and consumption, it is used as an important economic lever of economic management. In the process of studying the nature and content of wages we have seen that various options for its determination.

For example, Bezrukikh P.S., labor costs, determines as expressed in the form of money employees a share in the social product, which comes in personal consumption. Wage of each employee depends on his personal labor contribution and quality of work. [1]

Professor Gorfinkel V.J., says: "Wage for employees represents compensation by the employer for the labor of the employee at the enterprise (organization), corresponding to the measure and quality of work performed." [2]

Slezinger G.E. believes that: "Wage - is that some form of compensation for a certain amount and quality of work." [3]

According to the Russian scientist Doctor of Economics, Professor Shumakov Y.U.: "Wage - the main source of maintaining a certain standard of living, means of maintenance and reproduction of the labor force." [4]

Similarly said M. Antonova: "Wages as the price of labor in a market economy must fulfill three basic functions [5]

- offer employees with the consumption of material goods and services, adequate for the expanded reproduction of the labor force; to give the employer a certain economic result from the use of hired labor, allowing him to develop the production and profit; be the regulator of demand for products and services to the last consumer, as well as in the labor market. "

By studying the literature reviews, we came to the conclusion that at present one of these functions is not fulfilled, there is a need to reform the accounting of pay. The aim of this reform will be the establishment of such a system of payment, which will be performed at all three functions, the modern wage system does not give the population with high solvency. Particularly, it relates to employees of budget organizations. On the issue of compensation increase and the process of reform of the wage system, there are different opinions in recent years.

For example, Bobkov, said: "Increasing the wage should be carried out in several stages, from the social to the economic least, which corresponds to the level in countries with developed economies." [6]

In our opinion, it is advisable to increase the tariff part of the payment, gradually bringing the average tariff to the level of a living wage, the minimum consumer budget, and finally to the level of a budget of high income.

METHODS

In our country, a new water management system, characterized by a rejection of the excessively centralized management system, decentralization and adaptation of state influence on the development of agricultural production to the needs of market relations.

Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan has also determined that the wages of all workers are set not below the tariff rate of the first level on the single tariff scale. This means that none of the enterprises, institutions and organizations on the territory of the Republic of Uzbekistan the size of the labor worker for fully worked monthly time rate of pay and work commitments cannot be lower than the tariff rate of the first level on the single tariff scale, which is now 679,330 soums (71,5 USD). This requirement applies to organizations of all forms of ownership and types of economic activity. [7]

In the studied water management construction department *Uzsuvqurilishtaminot* used time-based pay system.

Table 1. Monthly wage and the national management wage rank of workers *Uzsuvqurilishtaminot* (1 February 2020)

Job title ^a	Rank	Monthly Wage (usd ^b)
Chief	15	183
Deputy chief	15 - 5%	174
Head of Department	13	163
Chief Legal Advisor	12	154
Chief Specialist	11	144
Leading Specialist	10	135
Specialist of 1st category	9	125
Specialist of 2nd category	8	117

^b 1 usd = 9500 soum, CB rate for March 2020

The budget also provides for a 15% fund for labor incentives, bonuses for high-quality and timely work. The main form of wage in the organization is time-based wage.

Our analysis of staff composition by various criteria and the existing system of wage in the "Uzsuvqurilishtaminot" allowed us to find the advantages and disadvantages of this system of payment. These figures we give in Table 2.

The disadvantages of the existing system of wage are dependent on the state budget, limiting incentives and etc.

Table 2. Advantages and disadvantages of the applicable wage system *Uzsuvqurilishtaminot*

Disadvantages	Advantages
Dependence on the state budget	Stability
Restricting incentives	Guaranty
Strict regulation by the state	Social protection
No profit for experience	
Not provided for overtime work	

The main advantages are stability, guaranteed wage, social security. We believe that the organization should use internal reserves of improving the wage system. If we strengthen efforts to improve education and qualifications of employees of the organization, then it increases according to their level, which will increase the fund of wage board. Improving the staffing table and management of the system would save wage fund. The saved fund of wage board at the end of the year can be used to distribute in the form of cash reward among employees of the organization.

In order to check the effectiveness of the wage system in *Uzsuvqurilishtaminot*, was conducted a survey of employees of the organization.

Table 3. The results of a questionnaire survey of employees *Uzsuvqurilishtaminot*

Questions	Answers in percentage of the total number of employees	
	Yes	No
Does the wage that you pay on your merits?	40%	60%
Are you doing your best at work?	70%	30%
Do you have at work the people who get a disproportionate high amount wage?	50 %	50 %
Is it necessary to raise qualifications and knowledge to get a good position and high wage?	80%	20 %

As research shows, more than half of employees are confident that in the group there are those who receive a wage which does not correspond to their skills and diligence.

Approximately the same number of respondents in this survey notice that they do not deserve to be paid their wage.

However, many employees apparently are not going to change their style of work in line with their wage. First, in their view, the employer must fulfill its obligations: to increase the salaries, bonuses, or give career growth.

Most of the respondents are sure that they give all the best to work. Surprisingly, a higher percentage of honest workers who give their work a most effort - just among those who are dissatisfied with their wage.

Perhaps with their hard work they want to meet a wage rise. The remaining 30% "dissatisfied", apparently, do not try out of principle that there are no decent salaries - is not worth a try.

Most of the respondents do not want to work at full strength due to the employer's failure to fulfill their promises: bonus payments, wage increases, promotions, etc. The rest due to lack of interest in the job.

Thus, the majority is sure that there are people in the team who receive too much. It is not surprising that those who consider their own wage undeserved more often answered in the affirmative to the question: "Do you have people at work who receive unreasonably much?" Most likely, they referred to these people as well.

The most (70%) believes that a good place and high wage must be earned honestly, and are ready to wait to gain the necessary knowledge and skills.

RESULT

According to the results of the conducted analysis of labor and wage system, as well as on the results of a questionnaire survey of employees of the organization, revealed the following shortcomings of the existing wage system in the *Uzsuvqurilishtaminot*:

1. The existing system of wage in the organization is not incentive-based, which significantly affects the competitiveness of the organization.

2. The qualification level employees of the organization are very low: 25% - Bachelors of Science, 0.5% - Masters. This fact also negatively affects the competitiveness of the organization.

3. Low wages and untimely payments. Low pay, also paid with a delay of 3-4 months, and sometimes more, almost minimizes employee interest in production efficiency, which definitely reduces their competitiveness.

In this regard, there is need to make sure that the rise of the economy and especially in the field of material incentives. Guidelines *Uzsuvqurilishtaminot* should start with creating an effective wage system and wage in the general system of stimulation of labor activity.

DISCUSSION

Based on the material worked out, experience in building the wage system of foreign companies, scientific achievements of domestic specialists, we propose introducing a contractual wage system in *Uzsuvqurilishtaminot*, systematically improving the qualifications of employees, and providing for extra wage in by their qualifications.

Table 4. Problems and solutions of effective payment system formation

The problem in the formation of an effective system of payment <i>Uzsuvqurilishtaminot</i>	The proposed solution
The existing system of wage in the organization is not incentive-based.	Introduce a contract pay system
The qualification level employees of the organization are very low: 25% - Bachelors of science, 0.5% - Masters.	Organization of staff development events
Low wages.	The application of bonuses in accordance with the qualifications of employees

Such a proposal is directly related to the problems identified in the analysis resulted in wage system and the qualification level of workers' organizations. These include: the existing system of wage in the organization is not incentive-based; low wages and lack of timeliness of its payment; low wages, also paid with a delay of 3-4 months, and sometimes more, virtually minimizes employee interest in production efficiency.

Contract - a special type of labor agreement. It makes possible to set up personal working conditions, figure added responsibility for non-fulfillment of obligations by the parties, ensures the effective use of the labor potential of workers, their professional abilities and skills. A characteristic feature of the contract is its urgent nature. Its minimum period is not regulated by law, and the maximum period cannot exceed 5 years.

To verify the qualifications of the hired employee, a trial period of up to 6 months may be agreed. The contract is only in writing form of document: general provisions (who concludes a contract with whom, its validity period, conditions for a trial period); the duties of the employee (profession, specialty, qualification, labor functions, long-term tasks, etc.); the obligations of the enterprise to create working conditions; salary, pay, compensation; working hours; rest time; social services; social security benefits; liability of the parties for failure to fulfill obligations under the contract.

It is possible to include in the contract such sections as ensuring confidentiality of information, observance of trade secrets, extra incentives, conditions for retirement, conditions for reviewing salary, etc.

Termination of the contract is allowed for when of its end or ahead of schedule in certain circumstances (agreement of the parties, violation of the code of labor laws, liquidation of an enterprise or unit, violation by the administration of the terms of the contract, illness or disability).

The contract salary is formed by the existing tariff system of pay and includes new provisions for encouraging workers to high-performance, high-quality, professional labor activities. Its essence lies in the employees of the enterprise are set a specific salary, which includes the base salary and allowances to workers, specialists, managers.

CONCLUSIONS

In the new economic conditions, the role of allowances and bonuses to specialists for high achievements in work, as well as for the performance of especially important and responsible work, is increasing. The use of such allowances is advisable for the following reasons:

- At first, there is an opportunity to objectively evaluate the labor efforts of specific specialists and to stimulate them to do complex and crucial work.
- Secondly, for specialists whose contribution to the results of work will be revealed by the greatest, a higher payment is also provided.
- Thirdly, allowances are that element of specialists' salaries that allows them to systematically adjust their pay, similar to an increase in the salaries of contractor workers in case of fulfillment and overfulfillment of established production standards.

In addition, single payments may be made to an individual employee: for training; for work on weekends and holidays in double size; for the performance of duties of an absent employee up to 30% of the salary of an absent employee; for anniversary dates related to work at the enterprise of a particular employee - from half of salary and above.

Currently, the importance of work experience is increasing. The establishment of a supplement for the length of service at the enterprise is aimed at making the employee interested in working at the enterprise, reducing staff turnover and providing the company with people with

extensive experience. Surcharge for work experience is set at 2% for each year of work at the enterprise. It should be noted that recently recruited employees, incl. transferred to another profession, within three months a salary is paid 15% lower than specified by the tariff agreement. If for an employee a probationary set up period of more than three months, a reduced salary is established for the entire period of the probationary period.

Also, 30% of the fixed salary is a variable part. It may be reduced or not paid in full, depending on the results of the work as a whole, a separate structural unit, or directly a specific employee. If the employee fails to fulfill his obligations stipulated by the individual labor contract and job description or if the employee's qualifications do not match, his contract salary may be changed.

The proposed approach to improving the wage system is able to stimulate workers to highly productive work. It is aimed at individualization of wages, which involves the payment of labor directly for the results of the activities of a particular employee. Individualization of the employee's wages will allow to take into account both personal labor results and personal business qualities, including qualifications, responsibility, creative initiative, speed and accuracy of decisions, and certainly the quality of work.

REFERENCES

1. *Bezrukikh P.S.* Accounting: Textbook / *A.S. Bakaev, P.S. Bezrukikh, N.D. Wrublewski et al.*; Ed. *P.S. Bezrukikh*. - M.: Accounting, 2017. - 719 p.
2. *Gorfinkel, V.Y.* Business Economics / *V.J. Garfinkel*. - M.: UNITY-DANA, 2019. - 663 p.
3. *Slezinger, G.E.* Social economy: the Textbook / *G.E. Slezinger*- M.: Business and Service, 2019. - 368 p. - ISBN 5-8018-0116-2.
4. *Shumakov Y.N., Eremin V.I., Zharikov S.V., et al.* The organization, rationing and wages at the enterprises of agrarian and industrial complex.; / Ed. *J.N. Shumakov*. - M.: Kolos, 2018. - 232 p.
5. *Antonova M.* Non-cash wage: pros and cons // New accounting. - 2018. - N 11. - P.16-23. - (AABI "Economics and Life").
6. *Bobkov V.T.* The economic crisis and the minimum social standards of wage / *V.N. Bokov, Chashina L.G.* // The standard of living of the population of the regions of Russia. - 2016. - N 4. - P.3-9.
7. The Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan on December 31 on measures to ensure the implementation of the law "On the state budget of the Republic of Uzbekistan for 2020"

ACKNOWLEDGEMENT

We express our gratitude to our supervisor Saidova Madina Khamidovna, associate professor of the Department of Accounting and Audit, TIAME for valuable advice in planning the study and recommendations for the paper.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ GREEN BUILDING INFORMATION MODELING В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Е.А Куркина¹, А.В. Алексанин²

¹студентка, kurkina11@mail.ru

²научный руководитель, доц., канд. техн. наук, доц. кафедры ТОУС

^{1,2}Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» в г. Мытищи, Московская область, г. Мытищи, Олимпийский проспект, д. 50

Аннотация

Предмет исследования: внедрение Green BIM в строительство и распространение данной технологии на полный жизненный цикл объекта, рассмотрение проблемы создания системной нормативно-правовой базы для перехода к «зеленым» стандартам.

Цели: выявление преимуществ Green BIM, актуальности данной технологии для России, анализ нормативной базы, принятой для ее внедрения, а также анализ оптимизации ресурсопотребления и минимизации воздействия на окружающую среду объектов строительства.

Материалы и методы: В статье выполнен анализ экспертных точек зрения и нормативной базы, принятой для внедрения Green BIM

Результаты: выявлены преимущества применения BIM технологий для минимизации воздействия на окружающую среду объектов строительства. Здания или сооружения с эколого-экономической точки зрения могут уже на этапе проектирования рассматриваться в качестве объектов, являющихся поставщиками недорогого строительного сырья и материалов, которые могут использоваться в изготовлении новой строительной продукции, а также как потенциальные доноры выработки тепловой энергии.

Выводы: основным направлением в работе по внедрению Green BIM следует считать соответствующее развитие нормативно-технической базы, а также внесение изменений в действующее законодательство.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире в связи с ухудшением экологической ситуации и истощением природных ресурсов с каждым днем растет интерес к безопасным технологиям. Таким образом, в России набирает обороты внедрение в строительство технологии Green BIM [1].

Несмотря на активное использование BIM технологий, в нашей стране недооценена их значимость, в данной статье рассматриваются перспективы внедрения технологии Green BIM в повсеместное пользование.

На разных этапах процесса проектирования предлагается объединение и модификация различных факторов, замкнутый цикл ресурсопотребления, использование энергосберегающих технологий и сведение к минимуму вредного воздействия на окружающую среду, что является актуальным вопросом в настоящее время [2].

С помощью BIM технологий осуществляется не только работа над объектом на этапе проектирования, но и в течение всего его жизненного цикла. Это значит, что информационная модель включает в себя сведения по эксплуатации и демонтажу здания или сооружения, а также управлению утилизацией отходов строительства.

Одной из проблем, которая требует оперативного решения, является образование

большого количества отходов строительства и сноса, которые оказывают отрицательное воздействие на природу. Для ее решения необходимо создание системы, способной обеспечить максимальный уровень ресурсосбережения и вторичного использования строительного сырья и материалов.

У нас в стране нет четких закрепленных норм, регулирующих данную сферу, и, хотя в последнее время начала вестись активная деятельность, показателем которой служит издание новых законов и норм, последние несколько лет, все же не существует четкой систематики действий и взаимосвязи между субъектами отрасли [3].

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Развитие технологий информационного моделирования зданий является востребованной сферой деятельности в настоящее время, также, все чаще рассматривается влияние воздействия зданий и сооружений на окружающую среду.

Исходя из работ В.В. Талапова [4] и других авторов [5], можно сказать, что актуализированная BIM-модель, создаваемая на этапе проектирования объекта не теряет свой функционал на всем протяжении строительного процесса и эксплуатации.

Также, обратим внимание на исследования Э. С. Цховребова и авторов, на которых он ссылается в своей статье [6]. Проблема энерго- и ресурсосбережения наиболее актуальной представляется в ЖКХ и строительном комплексе. В России она изучена менее глубоко и разносторонне по сравнению со странами ЕС, США, Японии, а также, ресурсосберегающие меры крайне медленно внедряются в обозначенных отраслях экономики.

Если оценивать современный этап развития строительной отрасли РФ, отмечается, что в настоящее время использование BIM-технологии ограничено, оно не выходит за рамки систем автоматизированного проектирования. Например, некоторые исследователи считают, что в Российской Федерации система управления жизненным циклом строительного объекта является совокупностью не связанных между собой подсистем

Так, А.В. Гинзбург указывает, «что система управления жизненным циклом строительного объекта в РФ представляет собой разрозненную совокупность подсистем, не связанных между собой», и на данный момент информационное моделирование объектов не в силах объединить эти подсистемы. В результате необходимо обеспечить их модернизацию и взаимное существование [7].

В последнее время в России отмечается повышение интереса к BIM-технологиям [8]. Возможна организация системы управления ресурсосбережением во время жизненного цикла объекта на основе информационного моделирования [9].

Л.А. Трофимова и В.В. Трофимов, приводят статистику существенных эффектов, достигаемых при помощи использования BIM: «на 10 % сокращается стоимость проекта за счет обнаружения ошибок и проектных столкновений; на 7–15 % сокращаются сроки реализации проектов; на 3 % повышается точность при расчете смет; на 80 % сокращается время на их разработку; на 30 % уменьшаются отходы и строительный брак» [10].

Проанализировав литературу нельзя сказать, что процесс внедрения «зеленого» информационного моделирования исследован и данная технология используется в полной мере. Поэтому необходимо разработать системный подход в этой сфере, закрепив необходимые аспекты на законодательном уровне.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При подготовке статьи был проведен сбор, анализ и систематизация материалов из множества опубликованных литературных источников. Проанализированы зарубежные и отечественные тексты, нормативные правовые акты, документы в области формирования

перспективных направлений развития ресурсосбережения, рационального использования природных ресурсов, вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Что представляет из себя Green BIM? Данная технология позволяет совместить информационное моделирование сооружений и экологически рациональное проектирование.

В настоящее время возможно почти полностью исключить негативное влияние на окружающую среду при строительстве, при этом в дальнейшем значительно уменьшить расходы, связанные с обслуживанием зданий. Если четко и правильно использовать стратегию Green BIM, то возможно выбрать из различных вариантов наиболее эффективный. Вопрос обеспечения комфортности среды пребывания человека можно попробовать решить на стадии разработки проектной документации за счет использования стратегии Green BIM. Это позволит снизить стоимость и сократить сроки строительства объектов. Также, на протяжении жизненного цикла здания с помощью информационной модели возможно получать достоверную информацию о происходящих с объектом процессах. Таким образом, Green BIM позволяет оценить объект на любом этапе планирования [11].

Использование зеленых технологий при возведении здания или сооружения зачастую дороже, чем их отсутствие. Однако, это амортизируется в ходе эксплуатации и, в большинстве случаев, компенсируется в краткосрочный период за счет снижения затрат на эксплуатацию, что полностью окупает расходы по сравнению с обычным строительством [6]. В перспективе их применение может стать очень эффективным средством для снижения себестоимости строительного производства (рис. 1).

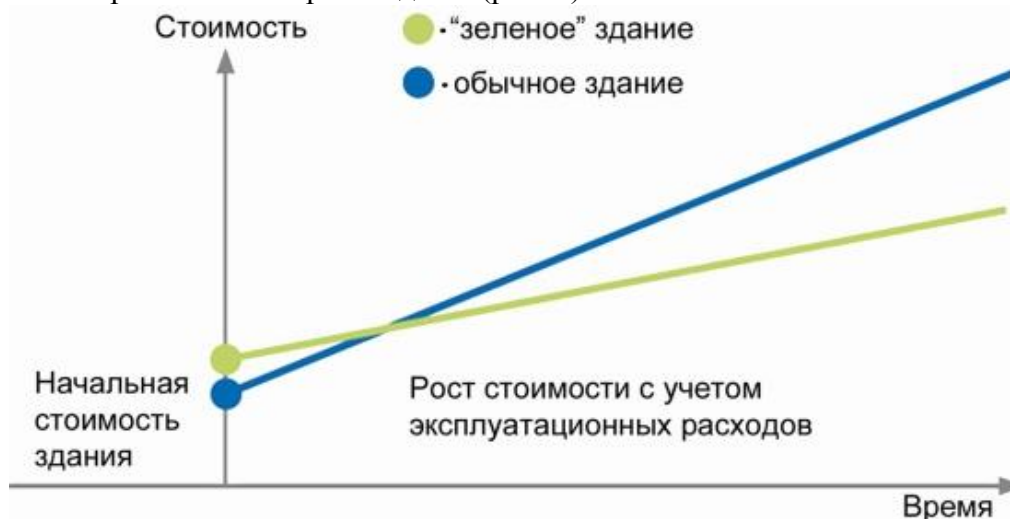


Рис. 1. Зависимость стоимости объекта с учетом эксплуатации с использованием «зеленых» технологий строительства и без них [11]

Используя данный подход, можно претендовать на получение так называемого «зеленого» сертификата: LEED, BREEAM, DGNB и т.п., в зависимости от страны, в которой происходит возведение здания или сооружения, что дает конкурентное преимущество перед другими организациями, не использующими данный подход в строительстве. По статистике в мире сертифицировано, согласно существующим стандартам, примерно 300000 зеленых зданий, в то время как в России сертифицировано всего около 200 из них.

Проанализировав зарубежный опыт управления энерго- и ресурсосбережением в строительном комплексе, можно считать его базой для дальнейших разработок и исследований [12].

Наша страна в последние годы проявляет активность в сфере «зеленого строительства». Внедряются международные стандарты, приняты Федеральные законы «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» и «Технический регламент безопасности зданий и сооружений». Разработаны и используются национальные системы сертификации: ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» как национальный стандарт «зеленого строительства» и СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». Первым отечественным «зеленым» стандартом строительства является система сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты» [6].

Разработчики программного обеспечения активно внедряют в практику приложения по расчету энергетических параметров объектов. Наиболее популярными являются Navisworks, Revit, TEKLA и другие. Также создан интернет ресурс Green Building Studio, осуществляющий помощь проектировщикам в получении информации, необходимой для «зеленого» строительства.

Одним из главных преимуществ применения Green BIM является снижение влияния на окружающую среду, в том числе, за счет создания системного подхода к утилизации отходов при строительстве, эксплуатации и сносе здания или сооружения.

Создание четких нормативных инновационных баз, регулирующих данную сферу, является одной из актуальных проблем. Необходимо разработать системный подход, который позволит сократить объемы отходов при строительстве, при этом максимально обеспечив ресурсосбережение и минимизировав воздействие на окружающую среду.

Актуальные в настоящее время задачи определены в правовых актах Правительства РФ, закреплены в законодательстве по обращению с отходами, нормативных документах, стандартах, например, МДС 13-8.2000 «Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами», ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами». Так, в регионах и крупных муниципальных образованиях РФ существуют и постоянно обновляются базы данных паспортов энергоэффективности объектов, созданные в соответствии с требованием Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности»; базы данных технико-экономических паспортов зданий и сооружений и другие информационные ресурсы [9].

Перспективными являются разрабатываемые комплексы управления системами обращения со строительными отходами, включающие как экологическую оценку воздействия объектов на окружающую среду, так и экономическую. Также необходимы современные научные идеи, чем и является Green BIM, которые позволят дать толчок перестройке и модернизации индустрии переработки отходов и оптимизации процессов обезвреживания отходов с учетом требований экологической безопасности и энергоэффективности, а также экономической обоснованности [6].

ВЫВОДЫ

Резюмируя данную работу, необходимо отметить, что внедрение Green BIM, учитывая складывающуюся экологическую ситуацию в мире, необходимо повсеместно.

На сегодняшний день внедрение BIM, как и Green BIM находится на начальном этапе, до полноценного освоения данных технологий, предполагающего использование всех ее аспектов, может пройти 5-10 лет и более. Такой вывод можно сделать исходя из оценки разработки и запуска новых программных комплексов. До настоящего момента пока не существует программы позволяющей полностью осуществлять создание Building Information

Model, несмотря на активное позиционирование некоторых из них как «true BIM», на данный момент это скорее можно оценивать как хорошую маркетинговую кампанию.

Если говорить о BIM в эксплуатации, сносе и утилизации отходов строительства, то необходимо понимать, что это в большей степени пока теория, которая не воплотилась в технологии и требует системного подхода, инвестиций, исследований и проработки.

В России в этом направлении существует множество перспективных компаний, работающих с разработкой комплексов программ для отрасли. У отечественных разработчиков существует огромный потенциал, для реализации которого необходима поддержка со стороны государства, и в данном вопросе речь не только о финансовой стороне, но и создании организованной нормативной базы четко регламентирующей данный вид деятельности, что позволит наиболее эффективно реализовывать проекты по созданию современных зданий, отвечающих ведущим мировым стандартам [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кравченко Т.В.* BIM-технологии в управлении строительными проектами // Молодой ученый. — 2019. — №3. — С. 176-179. — URL <https://moluch.ru/archive/241/55724/> (дата обращения: 5.01.2020).
2. *Чурбанов А.Е., Шамара Ю.А.* Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 7 (118). С. 824–835. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.7.824-835
3. *Цховребов Э.С., Величко Е.Г.* Теоретические положения формирования методологии создания единой комплексной системы обращения строительных отходов // Вестник МГСУ. 2017. Том 12. Вып. 1 (100). С. 83–93. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.1.83-93
4. *Талапов В.В.* Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М. : ДМК Пресс, 2015. 410 с.
5. *Adriana X. Sanchez, Keith D. Hampson, Simon Vaux.* Delivering Value with BIM: A Whole-of-life Approach. Routledge, Abingdon, 2016. 346 p.
6. Цховребов Э.С. Ресурсосбережение: основные этапы становления, теории и методы, тенденции и перспективы развития в промышленности и строительной индустрии России // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 1. С. 112–158. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.112-158
7. *Гинзбург А.В.* BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5 (153). С. 28–31.
8. *Эдина Т.* BIM-технологии принципиально сокращают стоимость строительных проектов // Недвижимость СПб. 25мая 2017. Вып.19. URL : <http://spb.rbcplus.ru>
9. *Цховребов Э.С.* Моделирование экологического баланса объекта строительства и сноса зданий // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Вып. 3 (24). Ст. 6. Режим доступа: <http://nsjournal.ru>.
10. *Трофимова Л.А., Трофимов В.В.* Информационное моделирование и инженеринговые схемы организации управления как основа инновационного развития строительной отрасли // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2016. № 3, С. 77-82.
11. *Талапов В.В.* Зеленый BIM входит в нашу жизнь. 26 ноября 2010. Режим доступа: <http://isicad.ru>
12. *Улицкий В.А., Васильвицкий А.Е., Плущевский М.Б.* Промышленные отходы и ресурсосбережение. Отечественный и зарубежный опыт законодательного и нормативного обеспечения / под ред. А.Д. Козлова и Т.В. Боравской. М. : САШКО, 2006. 368 с.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SYNDICATED LENDING AS THE PROJECT FINANCE TOOL IN RUSSIA

S.S. Saakyan¹, E.Yu. Vasilyeva²

¹student, 9099418565@mail.ru

²scientific supervisor, senior lecturer, elena.chibisova_metr@mail.ru

^{1,2}Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26

Abstract

The analysis of the current state of the Russian economy proved, that there were prerequisites for syndicated lending to become an instrument of project financing in Russia, including the need for the considerable resources excessive for one bank, the rule of the large credit (limit on one borrower or a group of borrowers, high credit scratches when crediting the real sector of economy). Nowadays the syndicated lending is developed in Russia insufficiently, there are some problems, constraining its development, but the analysis proves, that these problems are solvable. The authors of this article offered considered the matters of the development of Russian market of syndicated loans.

The article is devoted to the prospects of using syndicated lending in Russia as a new tool for project financing. Syndicated lending is widely used in foreign countries and it is very successful. Unfortunately, it is still not developed enough in Russia, and as a result, it is an important direction for studying and analyzing its implementation in the system of project financing of our country.

The purpose of this study is to consider some possible ways to implement the syndicated lending tool and its application in public-and-private partnership (PPP) projects in the current system of project financing in the Russian Federation.

The authors carry out their analysis based on the application of general scientific methods and techniques: scientific abstraction, modeling, analysis and synthesis, comparison, system-structural approach to the analysis of the subject of research, etc. The analysis was based on the statistical and other data from the Bank of Russia and Russian commercial banks, analytical companies, and publications in foreign periodicals.

Analysis of the Russian syndicated lending market proves that most loans are provided in foreign currency, and foreign banks hold the leading positions. The syndicated lending seems to solve the key tasks, that the PPP project sets for its participants, successfully.

The analysis of the current state of the Russian economy has proved that the country has the prerequisites for establishing it as the project financing tool, including: the need for significant resources that are beyond the capacity of a single Bank, the rules for large loans (the limit on one borrower or a group of borrowers, high credit risks when lending to the real economy). Nowadays syndicated lending is not developed enough in Russia, there are some problems on the way to its development, but the analysis proves that these problems are solvable. The authors of this article propose the main tasks that are to be solved for the development of the Russian syndicated loan market.

INTRODUCTION

Syndicated credit as the main tool for financing project transactions, its competitiveness, and the potential for using the project financing factory mechanism are the issues of active discussion.

Syndication is the basis for project financing (Figure 1) and in this regard can be a driver of support and development of the key sectors of the Russian economy.

Business idea	From business idea to business plan	Structuring	Financing
1	2	3	4
Project initiator	Competence centre	Structuring centre	Monitoring centre
Search for projects: - Russian State Development Corporation, - Certified managers, - Commercial bank	- Industry expertise, - Marketing analysis, - Business plan - Technological and price audit, - Financial model, - Risks evaluation	- A single information field with project data, - Optimal funding structure, - Support measure, - Documentation for transactions	- Project monitoring, - Monitoring markets, - Achieving targets, - Updating the financial model and business plan, - Operational control, - Providing investors with the access to information resources with data on project implementation
	Making a decision to include the project in the "financing factory" together with potential investors	Structuring of financing, decision-making on the project pool of investors	Project management at all the stages of its lifecycle

Fig. 1. The factory model of project financing

Syndicated lending is the form of leveraged financing that is actively used by developed financial markets. Its main feature is the ability to combine the investment opportunities of several lenders, mainly banks, in order to meet the needs of a single borrower. Syndicated lending can be used to finance the current activities of an organization, but it is primarily intended to solve the problems of large-scale and long-term investment projects. However, despite many positive features, syndicated lending is developed and widespread nonuniformly in the world; that is presented in figure 2.

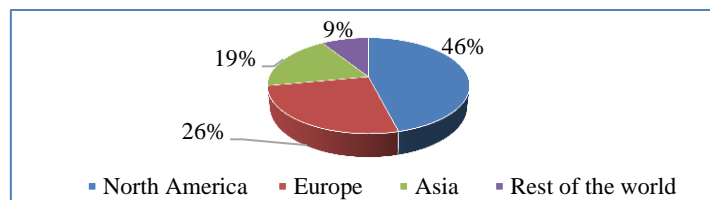


Fig. 2. Structure of syndicated lending widespread in the world

It has not yet found widespread use in Russia.

The relevance, but insufficient scientific and practical development of the issues of syndicated lending in Russia determined the choice, purpose and objectives of the work carried out by the authors.

LITERATURE REVIEW

The study of syndicated lending, identifying the reasons for its weak development and obstacles to this type of lending in Russia is considered in the works by Gromkovsky V. V., Zhemchugov A., Matovnikov M., Mehryakova V. D., Pivkova R. V., Sukhushina G. V., Titov D. A., Dovgyallo M. V. and others, but in fact there are not enough works that would give recommendations on the organization of syndicated loans that meet the conditions prevailing in

Russia, and would give forecasts for the development of this instrument of project financing.

MATERIALS AND METHODS

While preparing the work, the authors used general scientific methods and techniques: scientific abstraction, modeling, analysis and synthesis, comparison, system-and-structural approach to the analysis of the subject of research, etc. The analysis was based on statistical and other data of the Bank of Russia and Russian commercial banks; and analytical companies, publications in foreign periodicals, including analytical reviews of independent research companies; materials of reports made at banking seminars and conferences on lending, including syndicated lending.

RESULTS

We will try to evaluate the advantages of using syndicated lending in public-and-private partnership (PPP) projects. The topic is particularly relevant in the light of consideration of the draft law on syndicated lending, which should regulate the interaction of all the participants in this transaction.

Certainly, combining the capital of syndicate member banks is the main advantage of this form: equity participation in the loan allows to share credit risks. Taking into account, that the level of risk is one of the main factors affecting the amount of funding provided, risk sharing will allow to finance a project jointly though that would be difficult for one bank. Therefore, syndicated lending is also interesting for small banks that do not have the experience or ability to finance large projects independently [1].

In addition to the risks, syndicate members can share the costs associated with providing financing (checking the applicant for a loan, preparing documents, etc.), as well as facilitate interaction with the borrower regarding the procedure for repayment of debt and the possibilities of its restructuring.

Syndicated lending is also beneficial to the borrower. The range of potential creditors is expanding significantly: a small number of the largest banks can finance expensive projects alone, and any banks, even small ones, can participate in the syndicate in various shares. A syndicated loan makes it possible to attract a significant amount of funds at one time for a long period of time/ That allows, for example, to implement investment measures quickly. In some cases, syndicated lending can also help reduce the cost of credit by reducing the credit risks and costs of banks [2].

Participation in syndicated lending is also a good move from the marketing point of view. Financing a large project has a positive impact on any bank's rating, syndicate participants get a unique experience, and attracting a significant amount of funds can be a good advertisement for the project for the borrower.

Syndicated lending is well developed abroad. Traditionally, the US is the leader in this field. For Russia, the participation of banks in syndicates is not a regular practice, by the end of 2016, the volume of transactions on the Russian market was less than 0.3% of the global syndicated lending market [3].

In contrast to the foreign market, Russia is characterized by the so-called club nature of syndicated lending; a small number of banks, usually major players in the market, participate in the syndicate. For example, ASK LLC was granted a loan by a syndicate of Gazprombank, Sberbank and the Eurasian Development Bank to finance the concession for the third launch complex of the central ring road. The relatively short loan term of 5-10 years is also a significant difference from foreign practice [4, 5].

Syndicated credit is usually provided to exporting companies, with the primary purpose of providing refinancing. Examples are loans raised in 2017 by Metallinvest» company, RUSAL Pls and JSC SUEK. Financing of specific projects, especially those implemented in the field of PPP, by

attracting syndicated loans is quite rare, especially after the global economic crisis of 2008; the case of ACK LLC is rather an exception than a rule [3, 6].

Nowadays, the largest volumes of syndicated loans in Russia are attracted to the oil and gas industry, chemical and petrochemical industry, mining and non-ferrous metallurgy (Fig. 3). This fact is not surprising due to the raw material orientation of the domestic economy [1].

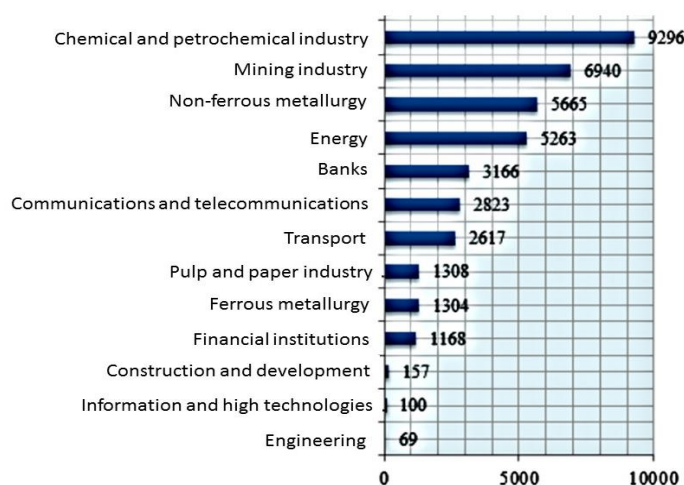


Fig. 3. Syndicated lending to domestic borrowers in 2016-2019, USD million

The need for investment in the PPP market currently exceeds their supply. Many initiatives still exist "on paper" due to the lack of interested investors, who are concerned about the risks inherent in long-term infrastructure projects.

Analysis of the Russian syndicated lending market proves that most loans are provided in foreign currency, and foreign banks hold the leading positions. This situation has developed due to a number of objective factors:

- foreign financial institutions have a high capitalization, ten times higher than the capitalization of Russian banks;
- they have many years of experience in conducting syndicated lending operations by foreign banks;
- foreign organizers have an excellent reputation that attracts first-class borrowers [7].

The reason for the low popularity of syndicated lending in Russia is the lack of regulatory regulation. This means that the participants in the transaction lack legal certainty on many important issues, for example: how to build relationships within the syndicate; in what order to make decisions and interact with the borrower, public authorities, and security providers; how to make the assignment of claims and transfer of debt in accordance with the interests of both the borrower and other syndicate participants, and so on. Changes in the legislation also create risks for the borrower, who receives less protection in the event of any change of syndicate members, as well as in other matters of interaction with creditors. The legal status of other persons involved in legal relations for the provision of syndicated credit (agent, organizer, collateral manager, etc.) is not also defined sufficiently. [8]

The lack of regulation hinders, among other things, the development of standardized documentation for syndicated lending: the Loan Market Association (LMA) documentation standard used in world practice cannot be applied directly, and its adaptation to each individual transaction increases the level of uncertainty [9].

It is also important to develop common approaches and rules for syndicated lending in the banking community. This can be facilitated by holding conferences under the auspices of the

Association of Russian banks, where participants would share their experience in organizing consortium financing. This would be similar to how the Loan Market Association plays an important role in supporting the syndicated lending market abroad. The Association collects and distributes information among its members about newly concluded syndicated loans, interest rates on all loans in the primary and secondary markets, which are members of the Association banks. Analytical works on the market situation, its trends, a list of existing loans and their description are published. We can also find a standard package of documentation for syndicated loans prepared in accordance with English law, which is most commonly used in the syndicated loan market in Europe, on the Association's website [7].

The system for working with syndicated loans can be implemented according to the scheme presented in figure 4.

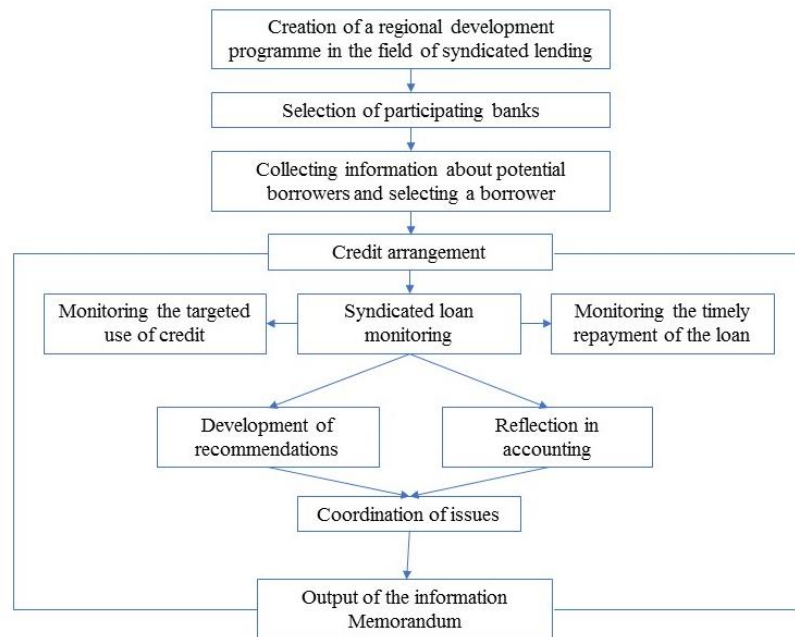


Fig. 4. Syndicate management model

Through the active use of various market instruments, including syndicated lending mechanisms, funds flow into the country's economy, which contributes to the implementation of large-scale projects.

It is assumed that the main participants in syndicated lending will be credit organizations, the Bank of Russia, Vnesheconombank, foreign banks and other foreign credit organizations, and international financial organizations.

The contractual relations of the participants in the syndicated loan transaction are confirmed by the set of documents: the agreement among the syndicate participants on credit consolidation, the agreement on syndicated loan organization, the agreement on syndicated loan rights management, and the agreement on collateral management. All these agreements can also be combined (except for the syndicated loan agreement) [10].

It seems that syndicated lending can successfully solve the key tasks that the PPP project sets for its participants:

- * combining the capital of several banks allows to attract a significant amount of funds sufficient for the creation or reconstruction of infrastructure simultaneously, without delays;
- risks associated with the delayed emergence of stable cash flow or possible default of the private partner are distributed among the syndicate participants, which mitigates their impact on the ability to issue a loan;

- the prospect of attracting serious investors has a positive impact on the level of project preparation: the quality of documentation, financial modeling is improved, all the necessary procedures are followed, which ultimately benefits infrastructure consumers;
- there is an opportunity to participate in PPP projects of small banks, which get a chance to learn from other participants of the transaction the experience of investing in PPP, the lack of which prevented them from entering this market segment earlier [11, 12, 13, 14].

CONCLUSIONS

The syndicated loan mechanism has huge potential for both lenders and borrowers. Project financing is provided by the syndicate as a whole, which allows you to find investors even for projects with a long payback period. Activation of syndicated lending could contribute to the modernization of infrastructure. The basic principles of this instrument to put the level of risk dependent on the amount of funding and the flexibility of interaction of participants make real participation in major PPP projects of credit institutions which the market was previously closed.

The analysis of the current state of the Russian economy has proved that our country has the prerequisites for establishing it as a project financing tool: the need for significant resources that are beyond the capacity of a single Bank, the rules for large loans (a limit on one borrower or a group of borrowers, high credit risks when lending to the real economy).

Nowadays syndicated lending is not developed enough in Russia, there are some problems on the way of its development, but the analysis shows that the problems experienced by it are solvable. The following main tasks should be solved for the development of the Russian syndicated loan market:

- 1) ensuring the regulatory framework in the field of syndicated lending, which will have a positive impact on the practice of using the tool, including in the implementation of infrastructure projects;
- 2) promoting effective transformation of savings into investments and creating investment market infrastructure;
- 3) provision of state guarantees for syndicated projects as an innovative component of the banking services market;
- 4) development of technology for active support of the market.

REFERENCES

1. *Vasileva E. Yu., Kudryavtseva T. Yu., Ovsyanko D. V.* Evaluating the effectiveness of investment in innovations in the chemical industry // Bulletin of the Altai Academy of Economics and law. 2019. Iss. 9. pp. 13-18.
2. *Vasileva E. Yu., Akimova E. M.* State of the market of concession bonds and their significance for infrastructure development // Economics and entrepreneurship. 2018. Iss. 5 (94). pp. 291-295.
3. *Ivanov O.* Development of the syndicated lending market and new opportunities for Vnesheconombank. [Digital resource] // Association of regional banks of Russia. Two thousand sixteen Mode of access: https://вэб.рф/common/upload/files/veb/advpan/events/20160629/pr0629_3.pdf. Date of access: 16.02.2020.
4. *Smirnov I. R., Mishukova A. S., Vasileva E. Yu.* Syndicated lending of infrastructure in Russia // Transport business of Russia 2019. Iss. 3. pp. 51-54.
5. *Zhundrikov A., Yakunina E., Bartseva G., Levinskaya A.* investments in Russia // InfraOne Research. 04-18. 2019. Iss. 11.
6. *Vasilyeva E., Polyakova I.* Efficiency of the state support for the sustainable development of the real production sector in Russia // MATEC Web of Conferences. 106. 2017. Article Number 08097. Access Mode: <https://www.matec->

- conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/20/mateconf_spbw2017_08097.pdf. (12.03.2020)
7. *Rykova I. N., Fisenko N. V.* Prospects for the development of syndicated lending // "Bank lending", N 3, may-June 2008. Mode of access: <https://www.klerk.ru/bank/articles/110055/> Date of access: 12.03.2020
 8. On syndicated credit (loan) and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation: Federal law no. 486-FZ, 31.12.2017 (ed. from 28.11.2018) // SZ RF. 2018. Iss. 1 (Part I). Article 70.
 9. *Grishchenko E. N., Avilova I. P.* Risk management in construction in conditions of financial instability // International scientific journal innovative science. 2017. Iss. 1. Part 1. pp. 36-38.
 10. *Vorozhevich A.* Syndicated lending in Russia: prospects for legal regulation // Economy and life. 2017. Iss. 22 (9688). Mode of access: <https://www.eg-online.ru/article/347268/>. Date of access: 12.03.2020
 11. *Shestakova M.* Syndicated lending. Lawyers predict the transition to Russian jurisdiction // Economy and life. 2018. Iss. 04 (1005). Mode of access: <https://www.eg-online.ru/article/365182/>. Date of access: 12.03.2020
 12. *Vasilyeva E.* Perspective trends in financing of housing-and-communal services // MATEC Web of Conferences. 2018. Article number 01050. Access Mode: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/29/mateconf_spbwosce2018_01050.pdf. (12.03.2020)
 13. *Mullakhmetov K.S., Sadriev R.D., Bikulov R.A., Khairullin I.G., Akhmetshin E.M.* Information assurance of the procedure of development of management decision-making // Proceedings of the 32nd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018 - Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional Expansion to Global Growth. Seville: International Business Information Management Association. 2018. pp. 6433-6442.
 14. *Polyakova A.G., Akhmetshin E.M., Goloshchapova L.V., Rakhmeeva I.I., Noeva E.E., Rakovsky V.I.*, A model of regional economic space modernization // European Research Studies Journal. 2018. Vol. 21. Iss. S2. pp. 624-634.

РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В АВТОДОРОЖНОЙ СФЕРЕ

Д.А. Сурнов

магистрант, denissurnov1997@gmail.com

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация: настоящее исследование посвящено таким вопросам, как переход к государственно-частному партнерству в автомобильном строительстве. В настоящее время государственно-частные партнерства являются таким решением системных проблем в развитии дорожного сектора, в котором российская экономика давно нуждается. Так, можно сказать, что проекты развития инфраструктуры требуют огромных инвестиций и, в результате чего, это ведет к тому, что одними только бюджетными средствами эту проблему не решить. Необходимо более активно использовать потенциал государственно-частного партнерства, создавать условия для привлечения заемных средств на длительные сроки.

В настоящий период времени, в абсолютно всем обществе роль государственных, муниципальных и органов местного самоуправления в ходе процессов планирования, проектирования, финансирования и обеспечения функционирования транспортной сети и инфраструктуры имеет первостепенное значение. Одной из основных проблем процесса управления автотранспортной инфраструктурой в настоящий период времени является нехватка муниципальных средств на строительство, модернизацию и сохранение или ремонт транспортных сетей. В случае, если погрузиться в мировую практику, то можно отметить, что правительства крупных держав сконцентрировали свою заинтересованность в механизме, который обеспечивает заинтересованность в поддержке вспомогательных инвестиций коммерческого сектора, государственно-частного партнерства (ГЧП).

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, механизм, бизнес-сектор, автодороги, транспортная инфраструктура.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ современных тенденций и проблем, связанных с развитием транспортной инфраструктуры автомобильного комплекса, освещен в работах Гасилова В.В., Гагарина П.А., Гребенникова В.А., Грицко Е.В., Дельмон Д. [1, 2, 3, 4, 7] и показывает, что они становятся устойчивыми и требуют комплексного подхода к решению. Сегодня протяженность автомобильных дорог в Российской Федерации составляет 1 666 369,1 км.

Из них автомобильные дороги общего пользования составляют 90,5%. Практически во всех субъектах РФ доля автомобильных дорог общего пользования находится в диапазоне 75 – 98%. Исключением является Ханты-Мансийский автономный округ (протяженность автодорог общего пользования - 23,9% от протяженности всех автодорог), Ямало-Ненецкий автономный округ (23,9%), Республика Коми (63,1%), что связано с принадлежностью масштабных сетей автодорог регионов нефтедобывающим компаниям, обеспечивающих передвижение автотранспорта между нефтепромышленными объектами [9, 11].

Для анализа качества автодорожного сектора РФ используют показатель протяженности дорог, имеющих твердое покрытие. В настоящее время в Российской Федерации данный показатель около 70% от общей протяженности автодорог в России.

Статистика доказывает, что сегодня состояние покрытия бесплатных автодорог в России не соответствует необходимым требованиям. Так если в Москве протяженность автодорог с твердым покрытием составляет 99,8% от общей протяженности автодорог в регионе, то, например, Республика Саха обеспечена ими лишь на 32%, а Чукотский АО – на 42%. Именно поэтому, последние годы в Стратегию развития РФ регулярно входит раздел по улучшению транспортных путей и магистралей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации раздела «Реконструкция транспортных путей» Стратегии развития РФ до 2030 года требуются дополнительные значительные финансовые вложения, не говоря уже о том, что объем бюджетных ресурсов, выделенных на расходы в сфере транспортного и дорожного хозяйства, составляет более 2,5 трлн рублей по результатам аналитиков на 2018 год. Самым доступным способом покрыть необходимые расходы сегодня является активное использование ГЧП.

Например, использование трасс общего пользования может негативно сказаться на техническом состоянии машин, как обычных обывателей, так и водителей дальнобойных фур. В результате вторым приходится, во избежание потери времени и увеличения срока доставки, прибегать к использованию платных дорог, созданных на основе ГЧП, из-за чего у дальнобойщиков могут появиться незапланированные расходы. Проложив рейс через платную дорогу, а не по объездному маршруту, можно сократить время в пути приблизительно в 2 раза, что непосредственно положительно отразится на экономии дорогостоящего топлива. Хотя в этом случае избежать дополнительных издержек будет сложно, так как в данной ситуации не избежать простоев транспортного средства в связи с его поспешным прибытием к пункту назначения. Но, везде есть свои плюсы и минусы и каждый будет сам исходить из своих собственных расчетов и оптимальных для него решений [10, 12].

Бесперебойное функционирование транспортной отрасли и дорожного комплекса является одним из основных условий трансформации российской экономики и повышения качества жизни населения. Но говорить об этом пока ещё слишком рано. Развитие ГЧП только начинается, и первые крупные, действительно достойные и которые будут всем по нраву проекты возможно будет увидеть только в ближайшие 5 лет. К примеру, один из таких проектов – это Северный дублёр Кутузовского проспекта в Москве, который станет первой в городе платной трассой, протяженностью 11 километров и будет сдан в конце 2021 года.

Современные реалии внедрения и использования ГЧП в практике взаимодействия государственных и частных компаний при реализации проектов в транспортной сфере особое внимание обращают на экономический фактор осуществления данного альянса. Стоимость подобных проектов столь высока, что реализация их практически невозможна. Единственный способ удовлетворить потребности программы развития инфраструктурного сектора в части создания новых и реконструкции старых дорожных объектов связан с использованием системного подхода. С этой целью все проекты должны рассматриваться в рамках портфеля проектов, реализуемых согласно целям и задачам транспортной отрасли на долгосрочную перспективу [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Высказанное предположение можно сформулировать как гипотезу: решение стратегических задач страны с помощью ГЧП позволит государству ускорить реализацию инвестиционных и строительных проектов в транспортном секторе, достичь положительного бюджетного развития регионов и добиться высокого социально-экономического эффекта, диверсификации рисков, привлечения интеллектуального и управленческого капитала из бизнес-сектора для управления проектами, а также для экономии бюджета по результатам специализированных экспертных работ [1, 7, 8].

Поэтому, для правильной реализации проектов государственные и частные компании должны решить такие проблемы, как:

- пробелы в существующем законодательстве - недостаток правоприменительной практики;
- неготовность госсектора к партнерским отношениям и реализации проектов ГЧП;
- дефицит квалифицированных кадров;
- неполная готовность частного партнера к реализации проектов, восприятие проектов ГЧП как крайне рискованных с низкой доходностью;
- государство должно решить проблемы, возникающие при расчете НДС. Если передача дороги государству признается, и возврат НДС по субсидии на строительство невозможен, требуемая сумма государственной субсидии увеличивается почти на 20%.

Кроме того, для развития ГЧП в Российской Федерации можно было бы создать единый государственный орган по вопросам ГЧП, чтобы разработать общую (единую) концепцию развития ГЧП в России, а также создать «центры компетенции». - организационные структуры по инициированию и управлению проектами ГЧП в автодорожном секторе, в том числе в регионах, где это особенно актуально [2, 6].

ВЫВОДЫ

В заключении отметим, что дорожное строительство можно отнести к механизму взаимовыгодного частно-государственного партнерства, но для того, чтобы с его помощью привести все дороги России в соответствие транспортно-эксплуатационным показателям, утвержденным ГОСТ [5], этот механизм необходимо оснастить инструментом по урегулированию споров между всеми сторонами участников и поддерживающей нормативно-законодательной базой.

Опыт развития автомобильного сектора зарубежных стран показал, что, как правило, в данном процессе наблюдается последовательность следующих этапов: начинаются новые проекты; к участию привлекаются как частные, так и иностранные инвесторы (например, французская Vinci, испанская группа компаний Sacyr, австралийский фонд Macquarie и т.д.); совершенствуется, а также улучшается нормативно-правовая база. Наличие этих этапов является важным условием будущего эффективного развития транспортной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гасилов В.В., Паринов А.В.* Реализация проектов государственно-частного партнерства в транспортной инфраструктуре // Экономика в инвестиционно-строительном комплексе и ЖКХ. ISSN: 2587-7798. 2018. №1 (15). С. 12-17.
2. *Гагарин П.А., Двинянин Е.А.* Государственно-частное партнерство как инструмент реализации масштабных проектов. Аналитическое исследование, проведенное «Градиент Альфа Инвестментс Групп» 14 марта 2013 г. [электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <https://www.gradient-alpha.ru/> (дата обращения 07.02.2020).

3. *Гребенникова В.А., Гряда И.Л.* Российский опыт Государственно-частного партнерства: методология оценки проектов ГЧП, современное состояние и перспективы рынка ГЧП РФ // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2019. № 6. С. 19-25.
4. *Грицко Е.В.* Государственно-частное партнерство как эффективный инструмент реализации проектов в сфере строительства автомобильных дорог // Власть и управление на востоке России. 2013. №2(63). С. 26-29.
5. *Грошева Н.Б., Нуйкина М.С., Гласова Е.С.* Создание стандартизированной модели ГЧП-проекта как способ снижения затрат на структуризацию ГЧП-сделки // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 3-1 (32). С. 28-30.
6. ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования» [электронный ресурс] - Режим доступа. - URL <http://docs.cntd.ru/document/1200042582> (дата обращения 07.02.2020).
7. *Делмон Д.* Государственно-частное партнерство в инфраструктуре: практическое руководство для органов государственной власти, АО «Казахстанский центр государственно-частного партнерства», Астана, 2010, с. 2-6.
8. *Пантелеева М.С.* Программно-целевой метод и организация процесса совершенствования управления // Экономика и предпринимательство. 2017. № 3-2 (80). С. 865-868.
9. *Пантелеева М.С., Дмитриев А.А.* Управление рисками при реализации инвестиционно-строительных проектов с помощью методов прогнозирования // В сборнике: Управление проектами: карьера и бизнес. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Государственный университет управления. 2019. С. 123-126.
10. Пресс-кит ГК "Автодор"/Официальный интернет-сайт ГК «Автодор» [электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://www.russianhighways.ru/press/press-kit/> (дата обращения 07.02.2020).
11. *Федотов А.М.* Оценка макрорегиональной эффективности ГЧП - проектов дорожного хозяйства // В сборнике: Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и направления развития Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 67-72.
12. *Panteleeva M., Borozdina S.* Model development of expert estimation of quality of transport interchange functioning // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 01011.

ANALYSIS OF BUSINESS ACTIVITY OF THE CONSTRUCTION ORGANIZATION

Turayev Boburshoh Shuxratjono'g'li¹, Po'latxonova Saidaxon Alisherxonqizi²

¹student, bobur.turayev.99@mail.ru

²student

^{1,2}Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan, Tashkent, Kary Niyazi st., 39

Abstract

Accounts receivable and accounts payable are an inevitable consequence of the current system of monetary settlements with organizations, in which there is always a gap between the time of payment and the moment of transfer of ownership of the goods, between the presentation of payment documents for payment and the time of their actual payment.

Selling products on credit causes differences between accounting (accounting) and real - money indicators of product sales. Until the moment of payment, the implementation process, from the point of view of the movement of money, is still ongoing, which leads to the emergence of receivables and payables. Before the payment deadline, accounts receivable must be financed, while there is a constant risk that payment will be made by the buyer (customer) late or will not be made at all. As a result, the organization in its sales policy should not only take into account the positive results of lending to customers (increase in sales and profits), but also take into account that this process is usually accompanied by an increase in costs (interest paid by the supplier on loans taken to cover cash gaps) and risks. However, it is clear that an acceptable level of accounts receivable is one in which the benefits received exceed all costs and risks, since only in this case will the organization be able to function in the future. The effectiveness of managing an organization's obligations depends largely on the knowledge of the analysis methodology and the ability to use it. In this regard, this article presents the results of studying this problem.

Keywords: organization, management, debt, debtors, creditors, efficiency, analysis, payment, financing, risk.

RELEVANCE

The value of business activity analysis is to form an economically justified assessment of the effectiveness, as well as the intensity of the use of resources of a commercial organization and to identify reserves for their increase. The analysis solves the following tasks:

studying and evaluating trends in business activity indicators;

study of the influence of the main factors that caused changes in business activity indicators and calculation of their specific impact;

summarizing the results of the analysis, developing specific measures to involve the identified reserves in the turnover.

Business activity is manifested in the dynamic development of the organization, in achieving its goals, which reflect the absolute cost and relative indicators.

METHOD

Business activity indicators and calculation methods are shown in table 1.

Table 1. The coefficients of business activity and the method of their calculation.

Indicator	Economic content	Calculation of the indicator
Total capital turnover ratio	Shows the efficiency of using the organization's property	The ratio of sales revenue to the average annual value of assets
Working capital turnover ratio	Shows the turnover rate of all working capital of the organization	The ratio of sales revenue to the average annual value of current assets
Intangible assets turnover ratio	It is necessary to determine the level, dynamics, and total return of intangible assets	The ratio of sales revenue to the average annual value of intangible assets (ITA)
Equity capital turnover ratio	Determines the rate of turnover of equity, which reflects the activity of using cash	The ratio of sales revenue to the average annual cost of equity
Inventory items turnover ratio	Shows the level of efficiency with which the organization manages the material and production reserves	The ratio of the cost of sales to the average value of inventory
Accounts payable turnover ratio	Shows the speed of the organization's debt turnover	The ratio of revenue to the average amount of accounts payable.
Accounts receivable turnover ratio	Shows the number of revolutions for the period of commercial credit provided to the organization	The ratio of revenue to the average annual value of short-term receivables

Business activity ratios allow you to analyze how effectively an organization uses its funds. Coefficients can be expressed in days, as well as in the number of turns of a particular resource of the organization for the analyzed period.

RESULT

Applying the methodology for analyzing business activity that we have studied, in the first chapter of this work, we will analyze the business activity of the reinforced concrete products plant LLC "RCP - 74". For this, it is necessary to calculate the following coefficients:

Total capital turnover ratio, which is calculated as the ratio of sales proceeds to the average annual value of assets.

$$TCTR = \frac{283\,331}{210970} = 1,3 \text{ (2018 year)} \qquad TCTR = \frac{306\,374}{218820} = 1,4 \text{ (2019 year)}$$

The value of this coefficient shows the efficiency of using the organization's property. Calculations show that the plant of LLC "RCP -74" receives revenue from the sale of goods 1,3-1,4 times more than its assets.

Working capital turnover ratio is calculated as the ratio of sales proceeds to the average annual value of current assets and shows the efficiency of using the organization's property.

$$WCTR = \frac{283\,331}{136874} = 2,1 \text{ (2018 year)} \qquad WCTR = \frac{306\,374}{178495} = 1,7 \text{ (2019 year)}$$

Based on the calculations of the working capital turnover ratio, it can be concluded that in 2018 this coefficient was higher than in 2015. Because the growth of the working capital of the plant was more than the revenue from sales. Despite this, the working capital of the plant is used effectively, i.e. revenue is 1.7-2 times higher than the cost of working capital. In accordance with the methodology, it is recommended to calculate the coefficient of return of intangible assets. However, the LLC "RCP – 74" analyzed by US does not have intangible assets.

Therefore, we proceed to the calculation of the equity capital turnover ratio, which characterizes the rate of turnover of equity, which reflects the activity of using the plant's funds. The coefficient is calculated as the ratio of sales revenue to the average annual cost of equity.

$$ECTR = \frac{283\,331}{180\,010} = 1,6 \text{ (2018 year)} \quad ECTR = \frac{306\,374}{179\,420} = 1,7 \text{ (2019 year)}$$

So, the value of this coefficient in 2018 was 1.6 and increased to 1.7 by 2019, which indicates the effective use of the plant's own capital. That is, the revenue is 1.6-1.7 times more than the plant's own capital.

The next indicator of business activity of LLC "RCP – 74" is inventory items turnover ratio which characterizes the level of efficiency with which the organization manages material and production stocks. It is calculated as the ratio of the cost of sales to the average value of inventory.

$$IITR = \frac{124\,465}{1828} = 68 \text{ (2018 year)} \quad IITR = \frac{166\,160}{1626} = 102 \text{ (2019 year)}$$

Accounts payable turnover ratio shows the rate of turnover of the organization's debt and is calculated as the ratio of revenue to the average amount of accounts payable.

$$APTR = \frac{283\,331}{30\,960} = 9,2 \text{ (2018 year)} \quad APTR = \frac{306\,374}{39\,400} = 7,8 \text{ (2019 year)}$$

This ratio shows how many times during the year LLC "RCP -74" repaid the average amount of its accounts payable. In 2018, 9 times and 2019 about 8 times.

We also calculate the accounts receivable turnover ratio, which shows the number of turns for the period of commercial credit provided to the organization and is calculated as the ratio of revenue to the average annual value of short-term accounts receivable.

$$ARTR = \frac{283\,331}{36\,460} = 7,8 \text{ (2018 year)} \quad ARTR = \frac{306\,374}{36\,390} = 8,4 \text{ (2019 year)}$$

The calculation shows that the organization received payment from customers about 8 (7.8) times during 2018, and 8.4 times in 2019.

There are no clear standards for the turnover of accounts receivable, as well as for other indicators of turnover, since they strongly depend on the industry characteristics and technology of the enterprise.

For clarity, the coefficients calculated by us are summarized in table 2.

Table 2. Indicators of business activity of LLC " RCP-74» for 2018 and 2019

№ п/п	Name of the indicator	For the year 2018	For the year 2019
1.	Total capital turnover ratio	1,3	1,4
2.	Working capital turnover ratio	2,1	1,7
3.	Equity capital turnover ratio	1,6	1,7
4.	Inventory items turnover ratio	68	102
5.	Accounts payable turnover ratio	9,2	7,8
6.	Accounts receivable turnover ratio	7,8	8,4

Source: financial statements of the organization

It is also common to calculate the indicator not in the form of a coefficient, but in the form of the number of days during which accounts receivable or accounts payable remain unpaid:

Accounts payable turnover ratio in days = 365 / accounts payable turnover Ratio

Substituting the numbers we have for the formula, we get:

$$365 / 9.2 = 40 \text{ days (2018)} \quad 365 / 7.8 = 47 \text{ days (2019)}$$

As a result, we received the average number of days during which supplier invoices remain unpaid. For LLC "RCP-74" in 2018, for 40 days, supplier accounts remained unpaid, and in 2019 for 47 days. In delivery contracts, the payment period is usually set at 90 days, so we can assume that the plant has no overdue accounts payable. Accordingly, the coefficient of overdue accounts

payable will be zero.

The analysis of accounts payable must be supplemented with an analysis of accounts receivable using the above methodology.

Accounts receivable turnover ratio in days = 365 / accounts receivable turnover Ratio

Substituting the numbers we have for the formula, we get:

$$365 / 7,8 = 43 \text{ days (2018)} \quad 365 / 8,4 = 40 \text{ days (2019)}$$

According to calculations, it can be concluded that the plant of LLC " RCP -74" does not have overdue accounts receivable.

Our analysis of the business activity of the plant LLC " RCP -74" helped us identify weaknesses. First of all, these are indicators of the turnover coefficient of inventory items, which in 2018 amounted to 68, and in 2019 102.

Despite the fact that generally accepted standards for this indicator do not exist, high turnover is not always a positive indicator. It can characterize the depletion of stocks, which lead to interruptions in the production process. Therefore, it is necessary to develop measures to improve the management of inventory of the plant LLC "RCP - 74", as a factor in optimizing the financial cycle of the company.

DISCUSSION

As a result of the introduction of one of the above inventory management systems at the factory of RCP-74 LLC, the following results can be achieved:

the duration of the production cycle will be reduced by 40%, which will make it possible to increase the volume of products and revenue from its sale;

production costs will decrease by 15%, which will lead to an increase in net profit, respectively, and profitability of production;

production flexibility will increase significantly;

product sales time will be reduced by 2 times;

Based on these indicators, we will make a forecast of financial and economic activity for 2020 in table 12.

Table 3. Forecast of financial and economic activity of LLC "RCP-74" for 2020 (thousand rubles)

Name of indicator	2019 year	Forecast for 2020.	Deviations	
			+/-	%
Net revenues from sales of products	306374	490198	+183824	160
Production cost	166160	141236	-24924	85
Administrative expenses	23922	24130	+208	101
Profit (loss) from operating activities	116292	324832	+208540	2,7 times more
Income from financial activities	3	3	-	100
Income from foreign exchange differences	3	3	-	100
Other income from financial activities	-	-	-	-
Expenses for financial activities	31618	31618	-	100
Expenses in the form of interest	2118	2118	-	100
Other expenses related to financial activities	29500	29500	-	100
Profit (loss) from General economic activities	53056	261602	+208546	5 times
Profit (loss) before income tax (profit)	53056	261602	+208546	5 times

Income tax (profit)	7958	9136	+1178	115
Net profit (loss) of the reporting period	45098	222362	+177264	5 times

Source: financial statements of the organization

Table 3, shows that revenue from sales can increase up to 160 % and reach 490198 thousand. As a result, the profit from core activities will increase by 2.7 times. If other indicators remain the same as last year, net profit may increase by 5 times.

Using the forecast indicators, we will calculate the coefficients of business activity of the plant LLC "RCP -74" for 2020.

$$\begin{aligned} \text{Total capital turnover ratio:} \quad \text{TCTR} &= \frac{490198}{218820} = 2,2 \\ \text{Working capital turnover ratio:} \quad \text{WCTR} &= \frac{490198}{178495} = 2,7 \\ \text{Equity capital turnover ratio:} \quad \text{ECTR} &= \frac{490198}{178420} = 2,7 \\ \text{Inventory items turnover ratio:} \quad \text{IITR} &= \frac{141123}{1626} = 88 \\ \text{Accounts payable turnover ratio:} \quad \text{APTR} &= \frac{490198}{39400} = 12,4 \\ \text{Accounts receivable turnover ratio:} \quad \text{ARTR} &= \frac{490198}{36390} = 13,5 \end{aligned}$$

The results of the calculations are summarized in table 4 and compared with the indicators of business activity in 2018-2019.

Table 4. Changes in business activity indicators of LLC "RCP – 74" in 2020

№ п/п	Name of the indicator	For the year 2018	For the year2019	For the year 2018 (forecast)
1.	Total capital turnover ratio	1,3	1,4	2,2
2.	Working capital turnover ratio	2,1	1,7	2,7
3.	The turnover ratio of equity capital	1,6	1,7	2,7
4.	Turnover ratio of inventory items	68	102	88
5.	Turnover ratio of accounts payable	9,2	7,8	12,4
6.	Turnover ratio of accounts receivable	7,8	8,4	13,5

Source: financial statements of the organization

So we see that the introduction of a cost management system in LLC "RCP-74" will lead to a significant increase in their business activity. All business activity ratios will increase in 2020. The inventory turnover coefficient is optimized.

Next, we will calculate the economic effect of the implemented measures. To calculate the economic efficiency of implementing the inventory management system, we will determine the annual budget allocated for their implementation. In total, the program for development, implementation, training of company employees, certification is designed for 36 academic hours.

The cost of the training course, taking into account the cost of lunch and guidelines, is 8450 rubles. the Calculated data is entered in table 5.

Table 5. Amount of expenses for training the personnel of LLC "RCP-74" in the inventory management system

Staff	Number of students, people	Course price	Cost amount, USD
Senior officials	7	8450	817
Specialists	18		
- service of quality	8	8450	936
- documentation developers	6	8450	700
- internal audit experts	4	8450	467
Workers	17	8450	1984
Total:	42		4901

The table shows that the cost of training staff will amount to 354,900 rubles. Given the positive financial condition of the plant, we can say that the organization will be able to recoup these costs in a short time.

CONCLUSIONS

Taking into account that the plant has a shortage of inventory, we proposed the introduction of modern inventory management systems. Currently, the only available system from the SCM class in Uzbekistan is the AMM galaxy (AdvancedManufacturingManagement). One of the classic ones is the just-in-time (JIT) inventory management system.

As a result of the introduction of one of the above inventory management systems at the factory of RCP-74 LLC, the following results can be achieved:

the duration of the production cycle will be reduced by 40 %, which will make it possible to increase the volume of output and revenue from its sale;

production costs will be reduced by 15 %, which will lead to an increase in net profit, respectively, and profitability of production;

production flexibility will increase significantly;

product sales time will be reduced by 2 times;

As a result, sales revenue may increase up to 160 % and reach 490198 thousand. as a result, the profit from the main activity will increase by 2.7 times.

So we see that the introduction of a cost management system in LLC "RCP-74" will lead to a significant increase in their business activity. All business activity ratios will increase in 2020. The inventory turnover coefficient is optimized.

The cost of implementing this system will amount to 4901 USD. Given the positive financial condition of the plant, we can say that the organization will be able to recoup these costs in a short time.

REFERENCE

1. *Baidebekova, S. K.* Improvement of the accounting of calculations with debtors and creditors / Baidebekova S. K. // Management accounting.-2019.- No. 6.- C. 63-71.
2. *Valinurov, T. R.* Specifics of assessing accounts receivable and accounts payable of an enterprise / T. R. Valinurov, T. V. Trofimova // international accounting. - 2019. - N 3. - C. 33-44.

Gratitude

We would like to Express our gratitude to our scientific supervisor Madina Hamidovna Saidova associate Professor of the Department of Accounting and audit of TIAME for valuable advice in planning the research and recommendations for the design of the article.

RISK MANAGEMENT OF CONSTRUCTION

Kamoliddin Akmal ogli Uktamov

student, kamoliddinuktamov.2525@gmail.com

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan, Tashkent, Kary Niyazi st., 39

Abstract

The role of financial risk management in increasing the financial stability of a construction company and reducing the likelihood of losses related with non-core risks is very large.

Any company is exposed to business risks. Its incomes may rise or fall depending on changes in the environment, competition, production function, due to the emergence of new technologies, or changes in factors affecting consumer preferences. It should be noted that in Uzbekistan, unfortunately, financial risk management has not yet begun to play that significant role in the field of developing management decisions that it plays in the West. Due to historical circumstances, the development of financial risk management began in our country later than in the West, in fact, like the Uzbek business itself.

An important role is played by the fact that the risk management system cannot simply be copied from a Western standard and imposed on Uzbek companies. There is no doubt that risk management in our country is not just different, but also must be different from risk management in Western companies due to the Uzbek specificity. And this is not only about the liquidity of foreign exchange markets, but also about the needs to design an Uzbek risk management model with the possible use of existing tools and taking into account the experience of Western companies.

The purpose of this article is to develop recommendations on risk management in times of crisis for construction companies.

The scientific novelty of this study is: consideration of risk management as a factor in the development of small businesses specializing in construction.

The practical significance is that the results obtained from the study can be introduced into the activities of construction companies, and used in the educational methodology.

Key words: management, construction, risk - management, finances, crisis, liquidity, market, analysis, efficiency, competition.

INTRODUCTION

For a more complete understanding of the specifics of this procedure, it is necessary to analyze various approaches to the content of the risk management process.

Table 1. The approaches of various authors to the content of the risk management process

The content of the risk management process	Source
<ol style="list-style-type: none">1. Risk analysis (identification and risk assessment)2. The choice of risk exposure methods when comparing their effectiveness3. Decision-making4. Impact on risk (reduction, conservation, transfer)5. Monitoring Results	Tsapkin A.S. [1]
<ol style="list-style-type: none">1. Identification and risk analysis2. Analysis of alternative risk management techniques3. Choice of risk management methods4. Execution of the selected risk management method5. Monitoring results and improving the risk management system	Kudryavtsev A.A. [2]
<ol style="list-style-type: none">1. Establishment of a risk context;2. Analysis (identification and risk assessment);3. Risk ranking and selection;4. Impact on risk (choice of methods and strategies)	Doba N.M. [3]
<ol style="list-style-type: none">1. Formation of the enterprise risk management concept;2. Diagnosis of risks;3. Risk assessment (qualitative and quantitative methods);4. Development of risk management measures (response to risk);5. Monitoring and analysis of the results of risk management measures;6. Development of risky symptoms (i.e., identification of events (phenomena) that inevitably entail the implementation of risk-events).	Medvedeva A. M. [4]
<ol style="list-style-type: none">1. Risk identification2. Analysis (assessment) of risk3. Choice of risk management methods4. Applying the selected method5. Evaluation of the results	Polyak G. B. [5]
<ol style="list-style-type: none">1. Risk analysis2. The choice of risk exposure methods in assessing their comparative effectiveness3. Decision-making4. Direct impact on risk5. Control and adjustment of the results of the management process	Khokhlov N.V. [6]
<ol style="list-style-type: none">1. Identification of risk situations2. Identification (establishment) of the type of risk3. Risk analysis4. Risk assessment5. The choice of method (method) to reduce risk6. Evaluation of the cost-effectiveness of risk reduction	Ershov V. F. [7]

1. Identification and analysis of risk;
2. Analysis of alternative risk management methods;
3. The choice of risk management methods;
4. Execution of the selected risk management method;
5. Monitoring results and improving the risk management system

Chernova G.V. [8]

Presented in table 1 is a modern approaches to the content of the risk management process contribute to an understanding of the general trend in the development of the risk management mechanism, but do not provide an unambiguous answer to questions about the goals and objectives of the risk management functions.

METHODOLOGY

To understand the current strategic position of PE "Sulamita" we will conduct a SWOT analysis of the current state of the enterprise. The first stage of the analysis will be the identification of a specific system of factors that determines the strategic position of PE "Sulamita." In table 2. the environmental factors of PE "Sulamita" were evaluated using a 10-point rating system, in the future.

Table 2. Analysis of environmental factors PE "Sulamita" on a 10-point scale

Environmental factors	Expert review	
	2019 year	After 5 years
1. Political factors		
WTO Accession	3	7
The influence of political factors (country, party, etc.): work as directed by the president, minister, etc.	8	8
Protectionism	7	7
Opaque tenders structure	8	6
Corruption	5	5
Subject to decisions of enterprise managers in the opinion of higher management	8	6
2. Economic factors		
Economic downturn, rising unemployment and declining overall purchasing power	7	6
Rising prices for energy, raw materials and supplies	9	8
Lack of clear prospects for economic development.	8	6
The danger of economic instability		
Opaque, corrupt market for enterprise products	7	5
High customs duties and tariffs	8	7
High total tax burden on the enterprise and the possibility of strengthening it	5	4
3. Social factors		
Social trends: rising unemployment, declining living standards, etc.	7	4
Change core values	4	6
Outflow of qualified specialists from Uzbekistan	8	6

Growth in the value of the consumer basket, requiring adequate wage growth	7	6
4. Technological factors		
The possibility of the emergence of innovative technologies that can radically turn production	9	9
Rapid technology development and innovation	9	9
Globalization	8	9
State priorities for the development of energy efficiency and innovation	8	8
The absence in the country of domestic technological equipment of the required class of quality and productivity	4	4
Poor compatibility of expensive imported equipment with the Uzbek infrastructure and operating conditions	5	5
The rapid aging of imported equipment and its short life	5	5

The next step in the SWOT analysis will be the separation of the identified factors into strengths and weaknesses, opportunities and threats.

Table 3. SWOT- analysis of PE “Sulamita”

STRENGTHS	WEAKNESSES
Professionalism of personnel.	Staff turnover.
Fulfillment of orders on time.	Inadequate market and competitor research.
A wide range of equipment	Weak financial opportunities
Well-known market leader.	
Good geographical location	
The presence of innovative abilities	
The presence of purchasing power in the population	
OPPORTUNITIES	THREATS
Lower inflation	Adverse shifts in exchange rates.
Stability of customs legislation.	Accelerating rising energy prices.
Favorable shifts in exchange rates.	Entering the market of new strong competitors.
The growth of population income.	Changing customer needs and tastes
Expansion of product sales	
Market growth acceleration	

Based on this, we see that strengths are more significant than weaknesses and minor threats. This suggests that the organization has reserves to increase competitiveness.

To assess the competitiveness of the Sulamita PE company, we will take two more participants specializing in providing services to consumers in construction and installation works: CJSC Firm “UMIRS” and Company “Setko”. We will use for analysis a standard system of expert assessments - a jackal from 1 to 5, provided “5” - the highest score, high level of development of the parameter, “1” - minimum score, low level of development of the parameter.

We will use the methodology for calculating a comprehensive quality indicator. The results of expert evaluations, weights of all parameters and the calculation of quality indicators in table 4.

Table 4. Evaluation of competitiveness PE "Sulamita"

Evaluation Options	Enterprises			Weight coefficient
	PE «Sulamita»	CJSC Firm «UMIRS»	Company «Setko»	
Quality	5 (0,75)	5 (0,75)	4 (0,6)	0,15
Assortment	5 (0,6)	4 (0,48)	4 (0,48)	0,12
Service level	4 (0,2)	5 (0,25)	4 (0,2)	0,05
Price level	4 (0,44)	3 (0,33)	5 (0,55)	0,11
Terms of payment	4 (0,2)	4 (0,2)	4 (0,2)	0,05
Discount percentage	5 (0,3)	5 (0,3)	5 (0,3)	0,06
Market coverage	4 (0,4)	4 (0,4)	4 (0,4)	0,10
Sales Regions	5 (0,5)	5 (0,5)	5 (0,5)	0,10
Channel intensity	4 (0,32)	4 (0,32)	3 (0,24)	0,08
Advertising channels	4 (0,12)	5 (0,15)	3 (0,09)	0,03
Trade Marketing Budget	3 (0,15)	4 (0,2)	4 (0,2)	0,05
Advertising budget	4 (0,4)	4 (0,4)	3 (0,3)	0,10
Sum of Rating Values	51	52	48	1
Comprehensive Quality Score	4,38	4,28	4,06	
Average product selling price	93	89	95	

Thus, the results of the competitiveness assessment showed an almost equal advantage in the quality of two manufacturers - PE "Sulamita" and CJSC "Firm UMIRS" and over the company "Setko".

RESULT

The analysis and assessment of the competitiveness of the construction organization carried out in this section allowed us to obtain the following results:

- analysis of the external environment showed that in order to increase its competitiveness, Sulamita PE must maintain information, raw materials, and transport links with the external environment;

- studying the activities of competitors, we were convinced that the state of emergency "Sulamita" has serious competition in this market. This suggests the need for continuous improvement of the quality management system;

- our SWOT analysis showed that the strengths of Sulamita PE are more significant than weaknesses and minor threats. This suggests that the organization has reserves to increase competitiveness;

- the competitiveness assessment results for the 5-point system showed an almost equal advantage in the quality of two companies - PE "Sulamita" and CJSC "Firm UMIRS" and over "Setko".

Using the available reserves, the organization can improve all the factors affecting the level of risk.

DISCUSSION

In the current economic situation, when both the external and internal environment of the company are faced with risks of a wide range, the role of internal audit is becoming more important

than ever. The functions of internal audit today are rethought and more actively used as a means of reducing costs, eliminating inefficient business practices and reducing risk.

Until now, the main focus in the field of corporate governance has been on compliance with legal requirements, i.e. the orientation toward external control prevailed. Recently, however, many large companies have realized the benefits of their own initiatives in this area. One of the most important steps towards the establishment of a high-quality corporate governance system is the organization of an effective system of internal control in the framework of groups of interconnected organizations.

Thus, internal audit is a tool that provides support for the company and the constant growth of its effectiveness. Let us dwell on the feasible core work through internal audit.

CONCLUSION

It is proposed to create an internal audit team of highly qualified company employees. This requires advanced training of four employees of the enterprise in the field of audit. We will calculate the economic effect of the proposed event.

The source data are shown in table 5.

Table 5. The source data for calculating the annual economic efficiency for the training and professional development of marketing specialists

Indicators	Conventional Designation	Units of measurement	The value of indicators
1. The number of employees covered by the event	N	People	4
2. Planned real fund of working days per employee	Wd	days	180
3. The cost of working time - before the implementation of the event - after the implementation of the event	Wt1 / Wt2	hour / hour	12 / 11
4. Reducing the cost of working hours after the event	Rwh	minutes	30
5. The average annual fund salary per worker before and after the event	Afs	\$	3000
6. The annual fund of working hour per employee	Wh	hour	2093
7. Costs for the implementation of the event	Eic	\$	1500
8. The normative coefficient of comparative economic efficiency of measures	Ce	%	0,15

The calculation was made as follows:

1. Saving time, an hour. $St = N * Rwh * Wd / 60$
 $\text{ЭБП} = 4 * 30 * 180 / 60 = 360$
2. Conditional release of numbers, people. $Cr = St / Wh$
 $Cr = 360 / 2093 = 0,17$
3. Increasing labor productivity, %. $Lp = [Cr * 100] / [A/a Ne - Cr]$

$$L_p = [0,17 * 100] / [60 - 0,17] = 0,28$$

4. Economy of salary, in \$. $E_s = Cr * Afs$ (9)

$$E_s = 0,17 * 3000 = 510$$

5. Saving social needs, in \$. $S_n = E_s * 44 / 100$ (10)

$$S_n = 510 * 44 / 100 = 224$$

6. Economy of net cost, in \$. $N/c = E_s + S_n$

$$N/c = 510 + 224 = 734$$

7. Annual economic effect, in \$. $AeE = N/c - Ce * Eic$ (12)

$$AeE = 734 - 0,15 * 1500 = 509$$

A/a Ne - average annual number of employees;

Thus, the annual economic effect of this event will be \$ 509.

Such an introduction will strengthen the state of emergency PE "Sulamita" in the market of audit services. The effectiveness of this program is expected at least in a year.

REFERENCE

1. *Shapkin A.S.* Economic and financial risks. Valuation, management, investment portfolio / A. S. Shapkin, V. A. Shapkin. - 8th ed.-M.: Publishing and trading corporation "Dashkov and Co", 2019. - 340 p.
2. *Kudryavtsev A.A.* Integrated risk management: Textbook / A. A. Kudryavtsev; SPbSU, econ. faculty. - Moscow: CJSC Publishing House "Economics", 2020.-655 p.
3. *Doba N.M.* Risk management: lecture notes / N. M. Doba.-O.: Science and Technology, 2019. -108 p.
4. *Medvedeva A.M.* Risk management in a balanced scorecard. M.: Publishing House "Science", 2018. - 214 p.
5. *Polyak G.B.* Financial management: a textbook / G. B. Polyak, I. A. Akodis, L. D.
6. Androsova et al.; ed. G. B. Pole. - M.: Walters Clover, 2019. -- 608 p.
7. *Khokhlov N.V.* Risk Management: A Textbook for High Schools. - M.: UNITY-DANA, 2018--239 p.
8. *Ershov V.F.* Business Design. - St. Petersburg: Peter, 2019. -- 288s.
9. *Chernova G.V., Kudryavtsev A.A.* Risk Management: A Training Manual. - M.: LC Velby, Prospect Publishing House, 2019. -- 160 p.

Thanks

We express our gratitude to our supervisor Saidova Madina Khamidovna, associate professor of the "Department of Accounting and Audit" of TIAME for valuable advice in planning the study and recommendations for the paper.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.Р. Фейсханова¹, М.С. Пантелеева²

¹студентка, alinka.feis@yandex.ru

²научный руководитель, канд. экон. наук, доц., PanteleevaMS@mgsu.ru

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26,

Аннотация

В данной статье рассмотрены проблемы постоянно увеличивающихся объемов информации при реализации строительных проектов в настоящее время и необходимости ее оперативного и качественного сбора, анализа и хранения. Для нивелирования данной проблемы в других сферах хозяйствования сегодня достаточно эффективно применяются различные облачные технологии. В статье приведена общая классификация облачных технологий при реализации инвестиционно-строительных проектов по различным этапам его жизненного цикла с учетом возможных рисков их применения. Кроме того, автором предпринята попытка сформировать рабочую цифровую модель строительного проекта на основе наиболее актуальных облачных технологий, используемых в своей практике известными строительными компаниями. На последней стадии предложенной модели строительного проекта формируется эксплуатационная модель объекта недвижимости, которую предполагается передавать управляющим компаниям для повышения качества эксплуатации зданий и сооружений и снижения общих эксплуатационных затрат. Кроме того, описаны возможные оптимистичные исходы развития инвестиционно-строительного сектора экономики при масштабном и всеобъемлющем формате использования облачных программ.

Предмет исследования: облачное программное обеспечение, применяемое в строительной отрасли. Объектом исследования в данной статье служит процесс управления реализацией строительного проекта.

Цель исследования: является разработка концептуальной модели строительного проекта на основе облачных технологий. Личный вклад автора заключается в предложении концептуальной модели для реализации всего спектра работ по созданию строительного объекта на основе внедрения в деятельность проектной команды облачных технологий проектирования, обработки, анализа и хранения информации по проекту.

Материалы и методы: изучение и обобщение используемых современных облачных технологий в сфере строительства, анализ научно-прикладных исследований других авторов на эту тему.

Результаты: результатом исследования является макет рабочей цифровой модели строительного проекта, интегрирующий в себе наиболее эффективное облачное программное обеспечение для строительной сферы.

Выводы: ценность полученного результата в том, что появляется возможность сформировать наглядную модель управления строительным проектом еще на стадии планирования.

ВВЕДЕНИЕ

Облачное программное обеспечение в век массовой цифровизации всех сфер жизнедеятельности населения являются наиболее актуальной и требующей детального рассмотрения технологией. Для начала дадим определение облачных технологий. Облачные технологии - модель обеспечения удобного сетевого доступа по требованию к некоторому общему фонду конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам — как вместе, так и по отдельности), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами или обращениями к провайдеру. Холдинги, присутствующие на строительном рынке достаточно давно и выполняющие масштабные работы, осведомлены об облачных технологиях и используют их гораздо чаще, нежели компании малого и среднего бизнеса. Это связано с тем, что большие компании нуждаются в уменьшении издержек и бережливом расчёте временных рамок намного больше, чем, допустим, малые подрядные организации, так как количество реализуемых ими проектов вынуждает в короткие сроки выполнять значительный объём задач и контролировать деятельность огромного количества сотрудников на протяжении очень длительного промежутка времени.

МЕТОДЫ

С помощью анализа фактической и значительной, а не абстрактной и частичной, значимости облачных технологий во время осуществления инвестиционно-строительных проектов была сформирована теоретическая база используемых облачных программных продуктов. Сортировка известных на сегодняшний день в строительной области облачных технологий выстроена по четырем этапам жизненного цикла проекта в соответствии с мерами их направленности и возможных рисков.

На начальном этапе исследований были выделены некоторые наиболее результативные облачные ПО, позволяющие автоматизировать строительный процесс, для каждого из которых предложено определение, представленное в таблице 1.

Таблица 1. Перечень современных облачных технологий, используемых в строительстве

№	Облачная программа	Определение
1	AutoCAD A360	- это инструмент для совместной работы, предоставляющий инженерам и проектировщикам централизованное пространство для просмотра, проверки, поиска и совместного использования файлов 2D- и 3D-проектов. Где бы вы ни находились — в офисе или на рабочей площадке, — у вас будет доступ к функциям, обеспечивающим актуальность проектов, файлов и совместно используемой информации.[1]
2	Procore	- это облачное решение, предоставляющее единую платформу для управления проектами, финансами и ресурсами.[2]
3	MSProject Proffecional Cloud	- это решение для управления проектами и портфелями проектов. Это инструменты для контроля проектов, работ и затрат с возможностями совместной работы, удаленного ведения проектов и наглядной отчетностью

4	Rhumbix	- это платформа полевых данных, позволяющая строительной команде легко захватывать и подключать жизненно важные полевые данные, чтобы получить более четкую видимость на уровне проекта.
---	---------	--

Облачные технологии, которые были определены как наиболее действенные в период реализации строительных проектов, могут быть классифицированы по этапам жизненного цикла проекта.

На прединвестиционной фазе проекта может сэкономить время такое Облачное обеспечение как, AutoCAD с дополнением в виде A360, позволяющая в двух и трёх мерном формате представить разрабатываемый объект и открыть для реформации проведенные работы на любом другом устройстве, где имеется базовая программа AutoCAD. [1]

На фазе планирования можно воспользоваться программным облачным обеспечением Procore, позволяющим хранить чертёжные накладки, протоколы заседаний и материалы, связанные с планированием проекта, способствует обмену документами и иной информацией между подрядчиками, командами застройки, менеджерами проектов [2]. На этой фазе присутствует высокий риск утечки информации.

Этап реализации проекта наиболее эффективно на сегодняшний день выполнять в программе MSProject Proffecional Cloud, которая помогает оперативно сформировать календарное планирование с учетом проектной специфики, оптимизировать график по срокам и ресурсам, управлять связью проекта с этапами договора [3].

Облачное ПО Rhumbix используется при завершении проекта. С помощью дронов оно позволяет мониторить реализацию работ по объекту с любого электронного устройства. Однако, использование этого сервиса не может гарантировать четкое изображение из-за непостоянства интернет-сети [4].

Представленные по фазам жизненного цикла облачные технологии позволяют сформировать наглядную модель строительного проекта в виртуальном пространстве со свободным доступом к любым его данным (см. рис.) [5,6,7].

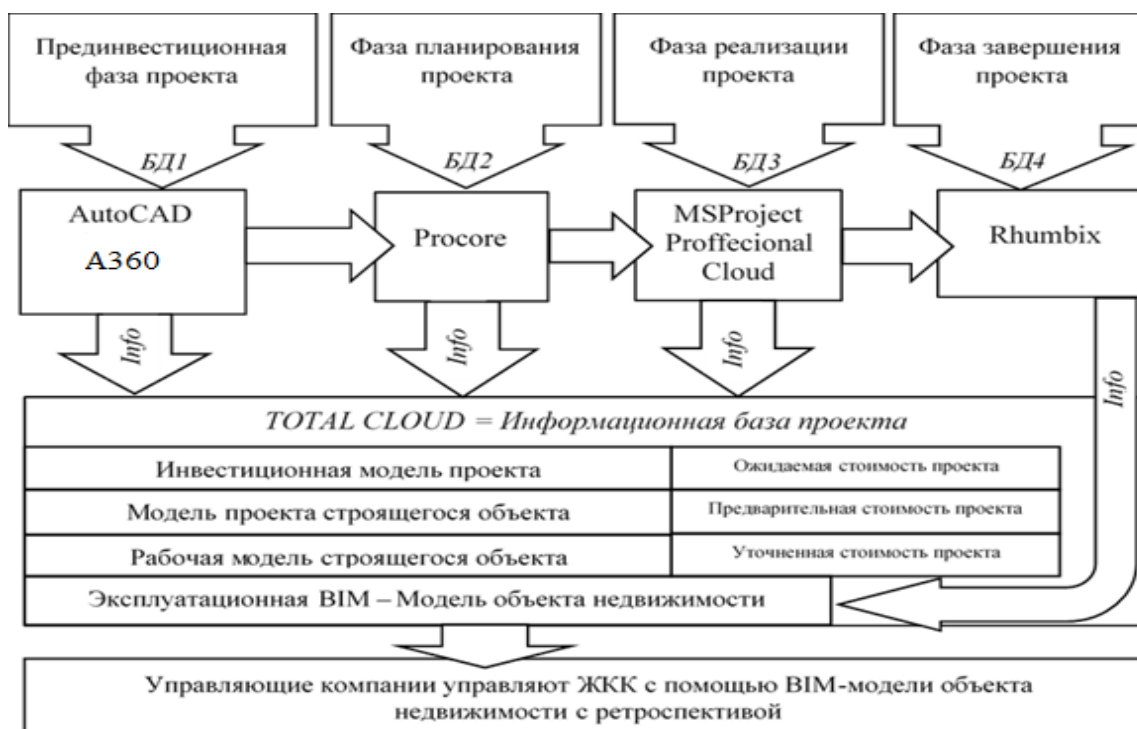


Рис. 1. Модель строительного проекта на основе облачных технологий [составлено автором]

Модель визуализирует процесс сбора данных по инвестиционно-строительному проекту на каждой стадии его жизненного цикла.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Автор в своей статье опирается на исследования и публикации Хатамова Ю.Б., Рудычевой Н., Лыскова А. В и Жучкова О.А., занимающихся вопросами создания и внедрения облачных программных технологий в деятельность предприятий инвестиционно-строительной сферы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для создания цифрового двойника проекта сначала все данные по реализации проекта объединяются по фазам в базы данных (на рис. 1 это БД1, БД2, БД3, БД4). Далее полученная информация, опять четко по фазам проектного цикла, направляется на оцифровку и переработку с помощью индивидуальных облачных технологий: AutoCAD, Procore, MSProject Professional Cloud, Rhumbix. В итоге для каждой стадии строительного проекта управляющий формирует соответствующего цифрового двойника и его стоимостной эквивалент. Так на прединвестиционной фазе получается «инвестиционный проект» объекта с его «ожидаемой стоимостью». На стадии планирования формируется «модель проекта строящегося объекта» с «предварительной стоимостью». На стадии реализации управляющий будет иметь возможность руководить с помощью «рабочей модели строящегося объекта» и «уточненной стоимости». Самой важной в создаваемой модели является фаза завершения, так как она формирует «эксплуатационную модель проекта» или BIM-модель готового объекта недвижимости с полной ретроспективой работ по его созданию. Если все облачные технологии удастся свести к единой форме отчетности и однородности данных, то у управляющих компаний, которым передается в эксплуатацию

каждый новый возведенный объект, появится эффективный инструмент управления ими [8, 9, 10].

Конечно, пока спектр облачных технологий, используемых в строительной сфере, не столь широк, а представленные выше решения для отдельных фаз жизненного цикла проекта носят единичный характер. Но информационные технологии постоянно развиваются и в период четвертой промышленной революции можно с уверенностью заявить, что эта модель будет модифицироваться в направлении их видового расширения, что позволит придать модели необходимую для сложных строительных проектов гибкость [11].

ДИСКУССИИ

Для улучшения качества и экономии времени большая часть строительных компаний использует облачные технологии, как инструмент для расширения своих функциональных возможностей. Существующая практика заключается в дроблении исходных баз данных и растворении границ деятельности компании, что предполагает детальное и мобильное исследование потоков данных, возникающих как из консервативных программных процессов, так и приобретённых в условиях неполной адаптации актуальных гаджетов.

"В ближайшие пять лет с новыми информационными технологиями отрасль ожидает полная трансформация. Речь идёт о переходе к среде удалённых вычислений, большей мобильности, новым устройствам и программам для сбора, обработки и хранения данных. Произойдут изменения, о которых ещё недавно мы даже не могли мечтать", – говорит Пэт Кини, директор по корпоративным продуктам BIM 360 Enterprise Products из Autodesk [12].

Пропаганда строительного ПО и услуг через Интернет или ввод технологий "программного обеспечения как услуги" (SaaS) позволяет использовать массу новых возможностей. Производители высказываются о выходе инновационных образцов данных, помогающих быть целесообразными в повышении эффективности программных продуктов, администрировании строительными проектами, обеспечении ресурсами и надёжности. При этом, будучи лишь на первоначальном этапе.

Достоинства технологий, которые находятся даже на этапе создания, будут включать отклик в настоящем времени, составленный на основе данных с сенсоров и применяемый экспертами для результативности производственных процессов; сценарный анализ предполагаемых опасностей перед началом рабочего дня для лидера работ на строительном объекте; обнаружение сбоев при выполнении работ на строительной площадке и оценки ригоризма технической защищённости, формирование шкалы уязвимости поставщиков на базе приобретенной информации, что в действительности осуществимо с поддержкой визуальных сведений, предоставляемых онлайн-камерами, мобильными устройствами, а также беспилотными летающими аппаратами.

Сбор, оценка и систематизация полученных материалов по осуществлённым инвестиционно-строительным проектам даст возможность инженерам принять во внимание обнаруженные недостатки и устранить аналогичные погрешности в перспективе. Проектировщики приобретут шанс осуществлять тщательные вычисления на базе масштабной совокупности элементов координированных условий и аккумулированных интеграцией компетенций. Идея подобных разработок многократно обсуждалась в слоях представителей власти и на данный момент уже энергично приобретает распространение реестр итеративно используемых объектов, разработанный на основе контент-сервера Министерства строительства. Данный реестр представляется существенным фактом актуальных информационных технологий с удачным следствием укоренения в практике.

На сегодняшний день еще крайне мало действительных примеров применения облачных технологий в строительном деле. Одним из немногих, но действительно определяющим дальнейший потенциал такого рода инструментов, является пример реализации крупного строительного проекта ПАО «Сибур Холдинг» – крупнейшей в России интегрированной газоперерабатывающей и нефтехимической компании. Перед компанией стояла задача покрыть потребности материально-технического обеспечения крупного инвестиционно-строительного проекта и организовать контроль снабжения территориально распределенной на сотни километров стройки со множеством складов. Поскольку компания располагала огромным количеством материалов, используемых в строительстве, возникла необходимость ведения справочника номенклатуры, который содержал несколько сотен тысяч наименований. Требовалось детальное хранение информации, отслеживание присылаемой проектировщиками документации, контроль использования материалов собственными службами или субподрядными организациями, отслеживание стадий комплектования, доставки, складирования и прочее.

Чтобы справиться с описанными задачами, разработали решение, аналогов которому нет на рынке. Сервис разместили в облаке российского провайдера «ИТ-ГРАД» по модели SaaS, что позволило обеспечить контроль всего жизненного цикла материалов. При этом учитывались особенности, связанные с постоянными изменениями позиций и проектной документации. В результате достигли одной из главных целей проекта – детализированного контроля снабжения, который позволил закончить проект без многомиллиардных остатков строительства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В завершении, требуется заострить внимание на том, что применение облачных технологий при реализации строительного проекта дает возможность упростить трудовую деятельность абсолютно всех его участников, сокращает инвестиционные вложения и позволяет за пределами стационарного рабочего места осуществлять контроль всех этапов строительства [8]. На текущий период, не разработана ни одна программа, которая системно может интегрировать весь программный пакет используемых облачных ПО, что затрудняет деятельность управляющего звена и заставляет нерационально распределять рабочее время.

Строители и архитекторы, которые применяют в работе облачные технологии, имеют возможность накапливать и структурировать проектную информацию в соответствии с необходимыми технологическими условиями, чтобы установить и выстроить данные для информационного моделирования объекта еще на прединвестиционном этапе строительных работ. Благодаря этому у всех участников проекта появляется возможность организовать эффективное информационное взаимодействие и существенно сократить риск перерасхода бюджета или несоблюдения графика выполнения строительных работ.

Облачные технологии – это инструмент для групповой работы и его активное внедрение позволит создать непрерывный поток данных со строительных площадок по всему миру на единый сервер. Это позволит создавать крупные международные проекты и накапливать бесценный опыт реализации проектов, наработки и передовые методы. Если научиться правильно использовать эти обширные массивы данных, то экономика строительства изменится кардинально и цифровые модели займут в ней весомое место.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хатамов Ю.Б.* Облачные технологии в строительстве // Источник: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – М., 2018.

2. Procore Construction Management Software Режим доступа: <https://www.procore.com/> (дата обращения: 11.02.2020).
3. *Ефименко А.З., Пилипенко А.С., Илларионов И.А.* Использование пакета Microsoft Project expert для управления проектами предприятий стройиндустрии. Журнал: Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2012. № 10 (165). С. 12.
4. *Фомин Е.П., Алексеев А.А.* Глобальная перспектива 2025 инновационного предпринимательства в строительной индустрии. Журнал: Вестник Самарского государственного экономического университета. 2019. № 7 (177). С. 27-34.
5. *Лысков А.В., Жучков О.А.* Технологии информационного моделирования инвестиционно-строительных проектов. Журнал: Вологодские чтения. 2012. № 80. С. 238-240.
6. Характеристика этапа эксплуатации разрабатываемого проекта и возможных работ. Режим доступа: https://vuzlit.ru/1639459/harakteristika_etapa_ekspluatatsii_razrabatyvaemogo_proekta_vozmozhnyh_rabot. Дата обращения: 11.02.2020.
7. *Пантелеева М.С.* Анализ характеристик новых отраслевых рынков в условиях цифровизации экономики // Финансовая экономика. 2020. № 2. С. 316-318.
8. *Пантелеева М.С., Дмитриев А.А.* Управление рисками при реализации инвестиционно-строительных проектов с помощью методов прогнозирования // В сборнике: Управление проектами: карьера и бизнес. Всероссийской научно-практической конференции. Государственный университет управления. 2019. С. 123-126.
9. *Пантелеева М.С., Серебрякова С.С.* Концепция разработки финансово-хозяйствующих субъектов строительства // Экономика и предпринимательство. 2016. № 2-1 (67). С. 752-755.
10. *Рудычева Н.* Как управлять капитальным строительством в эпоху цифровой трансформации. Режим доступа: https://cnews.ru/articles/2018-03-24_kak_upravlyat_kapitalnym_stroitelstvom_v_epohu_tsifrovoj_transformatsii. Дата обращения: 10.02.2020.
11. Экономика проектного управления: риски на разных стадиях жизненного цикла проекта. Часть 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomika-proektnogo-upravleniya-riski-na-raznyh-stadiyah-zhiznennogo-tsikla-proekta-chast-1>. Дата обращения: 11.02.2020.
12. Облачные технологии в строительстве IaaS Blog. Режим доступа: <https://iaas-blog.it-grad.ru/resheniya/oblachnye-texnologii-dlya-resheniya-zadach-v-stroitelnom-biznese/>. Дата обращения: 11.02.2020.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ РОССИИ

Е.А. Фиров¹, Н.Я. Андреев², Ю.В. Посвятенко³

¹ студент, egor.firov@yandex.ru

² студент, n.a.1999@bk.ru

³ канд. ист. наук, доц., ст. преподаватель,

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26,

Аннотация

В данной статье рассмотрены проблемы энергосбережения в России. Переход к рыночным отношениям создал сложное положение в сфере жилищно-коммунального хозяйства (далее-ЖКХ). Выходом из сложившейся ситуации стало не только сохранение основных структурных звеньев отрасли, но и активное изучение и внедрение зарубежного опыта стран, добившихся значительных успехов как в управлении жилым фондом в условиях рыночной экономики, так и энергоэффективности отрасли. По мнению авторов, основными проблемами на сегодняшний день являются устаревшие инженерные сети, которые не позволяют эффективно использовать имеющиеся технологии экономии энергии, недофинансирование, неэффективная работа энергоаудита. Помимо этого, отмечается что существенное значение в сохранении проблем данной сферы имеет и недостаточное понимание идей устойчивого развития, способствующих изменению бытового поведения человека, его ценностей.

Предмет исследования: исследование основано на анализе энергосберегающих мероприятий в сфере жилищно-коммунального хозяйства России, проводимых в рамках концепции устойчивого развития. Целью данной статьи является выявление основных проблем связанных с энергосбережением в российской системе ЖКХ и предложение решений по выявленным проблемам на основе положительного опыта.

Материалы и методы: в основу исследования проблем реализации энергосбережения положены наблюдения за выполнением задач, поставленных на законодательном уровне, а также анализ полученных на практике, в том числе, исследователями результатов деятельности различных организаций ЖКХ по претворению в жизнь научно обоснованных методик. При характеристике проблем, связанных с социально-гуманитарными факторами использовался исторический и логический методы, позволившие обратить внимание на сложность реализации принимаемых решений.

Результаты: В ходе исследований было выяснено, что российская сфера ЖКХ, оказавшись в условиях рыночной экономики, стала активнее реализовывать задачи энергосбережения, связанные с потребностью следования идеям устойчивого развития. Тем не менее, данный процесс сталкивается с разнородными обстоятельствами технического, экономического, управленческого, кадрового характера, зависящих как от общероссийского законодательства, деятельности организаций ЖКХ, а также собственников жилых помещений.

Выводы: В современных условиях человеческий фактор становится одним из важнейших элементов потенциального развития энергосберегающих мероприятий в России. Без совершенствования законодательной базы, без взаимного соучастия

организаций ЖКХ и собственников в решении данной проблемы не получится сформировать глобальное экономическое мышление и сохранить будущим поколениям доставшиеся нам ресурсы.

В современном обществе вопрос энергосбережения является одним из важных, так как стоимость энергетических ресурсов постоянно растет, а человечество с каждым годом все больше воздействует на экологию. Стоит отметить, что вопрос энергосбережения на сегодняшний день — это не новый тренд, а требование острой необходимости в сохранении ресурсов (тепловой энергии, электричества, угля, нефти и других ресурсов) для полноценного развития человечества в рамках концепции устойчивого развития, актуализировавшейся в последние десятилетия XX в..

ЖКХ - одна из самых затратных отраслей российской экономики, в рамках которой повсеместно находит свое место нерациональное использование энергоресурсов. На сегодняшний день нужно признать то, что Россия значительно отстает от европейских стран по строительству энергосберегающих объектов и в реализации проектов по их внедрению в имеющемся жилом фонде. Зарубежный опыт энергосбережения показывает, что наиболее успешно реализуется программа в Японии, Великобритании, Франции, Германии, Финляндии, Норвегии, Канаде и США. Без выявления основных проблем и без изучения зарубежного опыта в этой сфере мы долго будем добиваться успеха.

Разработка программ по энергоэффективности здесь началась еще в 1970-х гг., когда в условиях кризиса 1973 г. зародились основные положения концепции устойчивого развития, предполагающей необходимость рационального ведения хозяйства нынешними поколениями без ущерба для будущих. Переход к постиндустриальному обществу сопровождался сначала отходом от кейнсианской парадигмы экономического развития в сторону либерализации рынков энергии, а в условиях усугубления проблем глобального изменения климата и кризисных явлений 2008 г. опять в условиях роста проблем национальной энергетической безопасности стала возрастать роль государства. При этом необходимо учитывать, что зависимость этих государств от импорта энергоресурсов очень высока, что стимулирует разработку все более эффективных систем энергосбережения.

Среди наиболее успешных программ по энергосбережению считается введение стандартов энергоэффективности в жилищном секторе через выделение строительных норм и стандартов энергоэффективности зданий, строительную сертификацию, проведение энергетической санации помещений, разработку и внедрение опытных образцов «зеленых зданий». Помимо этого в зарубежных странах важными мероприятиями в этой сфере стали программы государственного кредитования и гарантий, а также варианты дотаций и субсидий, позволяющие жильцам многоквартирных домов с невысоким уровнем доходов повысить уровень энергоэффективности своих домов. Важными экономическими стимулами становятся налоговые льготы собственникам и покупателям энергоэффективного жилья и введение гибких тарифов в сочетании с контролем за использованием энергоресурсов.[1] Цементирующую роль в достижении целей энергоэффективности должен играть современный человек, обогащенный знаниями особенностей развития техногенной цивилизации. Однако реализация такого проекта, называемого «ноосферным человеком» может достигаться только долгими и научно обоснованными методами в сочетании с государственной политикой формирования глобального сознания.[2].

Вопросы энергосбережения в советский период не были приоритетными, хотя с времен Великой Отечественной войны неоднократно принимались законодательные акты, поводилась агитация по экономии энергии на уровне предприятий и организаций. Однако, в стране, где, как утверждали СМИ в 1970-1980-е гг., этот ресурс вырабатывался в огромных

объемах с низкой себестоимостью, культура экономии оставалась, прежде всего, как воспоминание о трудном военном и восстановительном периоде, который преодолен. Однако, уже в начале 1980-х гг. в условиях нарастающих экономических проблем, стала активизироваться социальная реклама, обращенная к населению в рамках выдвинутого Л.И.Брежневым тренда «Экономика должна быть экономной». Повсеместно распространенный призыв «Уходя, гасите свет!» косвенно отражал переход к тем же вариантам влияния на потребителя, которые практиковались на Западе и приносили заметный эффект с 1970-х.

Спешный переход к рыночной экономике поставил Россию перед ситуацией отсутствия эффективных схем энергосбережения в рамках национальной экономики, унаследовавшей лишь опыт планового советского хозяйства. Поэтому мы можем наблюдать, как за последние годы, основываясь на опыте стран Запада, принимаются похожие меры для энергосбережения и повышению энергоэффективности. Однако, в силу многих причин, ее уровень в сфере ЖКХ оставляет желать лучшего. Поэтому, мы считаем, что в первую очередь, россиянам необходимо развивать культуру рационального потребления энергии у всех потребителей (физических лиц и кадров организаций), без которой невозможно реализовать эффективную политику энергосбережения.

Сегодня российский законодатель принимает значительные меры по созданию нормативной базы для стимулирования всех участников отношений в ЖКХ к повышению энергоэффективности зданий при эксплуатации. Указом Президента принята Концепция устойчивого развития, введен в действие Федеральный закон №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», утверждена «Энергетическая стратегия России до 2030 года», перераспределены полномочия министерств в вопросах энергосбережения, теперь они Минэкономразвития, в 2018 г. разработан комплексный план по энергоэффективности экономики России и т.п. [3] В соответствии с этими концептуальными положениями данный вопрос объявляется приоритетным для региональной экономики каждого субъекта РФ, независимо от уровня развития их энергетического комплекса. Ведь если посмотреть на статистику, то при площади эксплуатируемого жилого фонда около 5 млрд. кв. м на него тратится до 40% энергоресурсов страны или 30% электрической и 45% тепловой энергии, которую создает российская экономика.[4]

Нынешний жилищный фонд многоквартирных домов (далее - МКД) Российской Федерации состоит из двух типов домов высокочрезвычайно затратных (в смысле энергосбережения) домов старого фонда и новостроек. Огромное потребление энергетических ресурсов, а именно тепловой энергии сохраняется за жильем старого фонда. Форсированное развитие жилищного строительства во второй половине XX в. не было нацелено на энергоэффективность. В результате чего, дома, построенные до 1999 года, имеют значительные теплопотери и вынуждают собственников помещений оплачивать их в условиях постоянно растущих тарифов

Дома второго типа, отвечают современным требованиям в гораздо большей степени и потребляют значительно меньше ресурсов. Это связано с тем, что здание не вводится в эксплуатацию, если класс энергоэффективности нового строения ниже «С».

Поддерживать это энергоэффективное состояние, улучшать его призваны как организации ЖКХ, так и собственники. В данное время, главной целью управляющих компаний является улучшение энергетической эффективности в МКД с учетом особенностей каждого территориального образования и типа МКД. В список требований к содержанию общего имущества собственников помещений в МКД включаются требования о проведении

работ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности многоквартирного дома. Для реализации данной стратегии создан сводный план, так называемый, «дорожная карта» мероприятий государственной энергетической политики. [5]

В то же время, существует отраслевые акты, направленные на повышение энергоэффективности и энергосбережению зданий на территории РФ и на основании которых разрабатываются меры по энергосбережению: Приказ Минэкономразвития России № 61 от 17.02.2010 г. «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» и Приказ Минстроя России от 15 февраля 2017 г. № 98/пр. «Об утверждении перечня мероприятий, проведение которых в большей степени способствует энергосбережению и повышению эффективности использования энергетических ресурсов в многоквартирном доме» [3].

Во-первых, проводится организация мелкозатратных мероприятий: утепление дверных проемов в подъездах и окон на лестничной клетке, балансировка отопительной системы и стояков, обследование инженерных сетей, промывка отопительной системы внутри дома, проведение энергоаудита, установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами.

Во-вторых, проведение «эксплуатационных» мер, в которые входит: оснащение зданий общедомовыми приборами учета тепла, воды, электроэнергии, установка автоматизированных систем для отслеживания показаний приборов в реальном времени и сбор информации с них дистанционно, а также реставрация, ремонт и восстановление циркуляционных систем ГВС, осуществление теплоснабжения лестничных площадок, герметизация и утепление межпанельных стыков, трещин, утепление чердаков и подвалов, стен.

И, наконец, инженерно-технические мероприятия, включающие в себя модернизацию систем отопления и установку новых радиаторов, установку энергоэффективных отопительных котлов, модернизацию индивидуального теплового пункта (далее - ИТП), внедрение систем автоматизации работы и загрузки котлов, автоматизацию отпуска тепловой энергии потребителям, замену тепловых сетей с использованием энергоэффективного оборудования, замену устаревшей тепловой изоляции на трубопроводах, модернизацию котельных с использованием энергоэффективного оборудования.

Конечно, это не все способы по энергосбережению, прописанные в отраслевых актах, но важно понимать, что каждая управляющая компания имеет право самостоятельно выбирать методы по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в сотрудничестве с собственниками жилых помещений, для чего, в условиях недостатка финансовых ресурсов, необходимо развивать стимулирующие меры кредитных организаций и государства.

Сбережение энергии в сфере ЖКХ довольно сильно отстаёт от коммерческих и промышленной сфер. Что лежит в основе этих различий? Прежде всего, это масштабная проблема нехватки средств финансирования в ЖКК. При нынешних доминирующих для собственников проблемах старых домов: невыполненного вовремя капитального ремонта, необходимости замены системы горячего и холодного водоснабжения и отопления, проблемы регулирования и учета расхода энергоресурсов уходят на второй план. Даже в крупных городах состояние коммунальной энергетики можно оценить, как неудовлетворительное. В регионах все еще хуже – теплоснабжение находится в аварийном состоянии и работает с большими потерями энергии. Специалисты считают, что гораздо более актуальной и крупнейшей угрозой является надежное и устойчивое энергоснабжение ЖКХ, т.к. налицо неудовлетворительное состояние источников выработки энергии,

магистральных и распределительных тепловых сетей. В последнее время участились сбои в работе теплоснабжения и электроснабжения, которые приводят топливно-энергетический комплекс к крупным финансовым потерям, а иногда даже к человеческим жертвам [6].

Еще одна проблема энергосбережения связана с устаревшими инженерными системами в ветхом жилом фонде. Она приводит не только к значительным потерям тепла, но также и к низкой мотивации потребителей к экономии энергии. Так, например, даже ветхие двери и окна приводят к охлаждению подъездов, что негативно отражается на энергосбережении дома в целом. Однако собственники, которым имущество перешло без проведения капитального ремонта, а также те, кто остается жить в муниципальном жилье, часто считают, что это зона ответственности государства и она не требует их вмешательства.

Причинами быстрого «устаревания» многоквартирных домов можно считать не только стремление к экономии в периоды его возведения, а также климатические условия, но и отсутствие планового капитального ремонта, а также ненадлежащее качество содержания жилых помещений особенно в кризисные периоды рубежа XX-XXI вв. Вследствие этих факторов потери тепла все больше увеличиваются. Поэтому в настоящее время особое внимание уделяется капитальному ремонту, реконструкции ветхого жилья, инженерных коммуникаций и приобщению собственников к решению этих проблем через создание Советов домов и иных форм управления общим имуществом. Для проведения таких мер привлекают деньги из государственного бюджета и используют региональные ресурсы.

Отмеченная масштабная проблема, связанная с износом инженерных сетей, порождает невозможность использования современных технологий энергосбережения. Проведение сравнительного анализа уровней энергоэффективности зданий в России и других странах показывают, что реальный расход топлива на отопление составляет 1м² жилой площади в России, что в три раза выше, чем в странах со схожими климатическими условиями, например, в Канаде или Норвегии. По данным Росстата, количество котельных старого типа в России составляет 55,5%, теплотрасс - 62,8%, водопроводов - 65,3%. Потери воды и тепла в трубопроводах и отопительных системах составляют от 20% до 40%. Количество аварий на 100 км инженерных сетей в середине 1990-х годов увеличилось с 15-20 до 90 для систем водоснабжения и канализации, и до 190 для тепловых, тепловые потери между станцией и потребителями составляют около 30%. Истощение продолжает расти с каждым годом, увеличивая вероятность того, что, в конце концов, это приведет к технологическим, экологическим и социальным катастрофам. По подсчетам специалистов, на сегодняшний день более 500 млрд. рублей необходимо только на реконструкцию, модернизацию сетей и повышение мощности теплоснабжения (в том числе подземных сооружений). [7] Из-за этой масштабной проблемы, связанной с износом систем отопления и инженерных сетей стала невозможна реализации установки внутриквартирных и общедомовых приборов учета расхода тепла.

Проблемой также является и качество проводимого энергоаудита жилых домов. Отсутствие жесткого правового регулирования в этой сфере влечет халатность специалистов, проводящих энергоаудит. Так, при проведении таких работ, отмечают специалисты, часто имеется проблема инструментального характера: отсутствие у многих компаний полного комплекта оборудования для контроля качества и количества электрической энергии, освещенности и состояния систем теплоснабжения, тепловизионного осмотра, мониторинга температурно-влажностного режима и т.п. В результате, некоторые показатели «рисуются с потолка». Помимо этого, сами управляющие компании воспринимают энергоаудит не как необходимую меру для энергоэффективности, а как навязанное законодателем требование о наличии энергопаспорта. Простой расчет показывает, что заказать энергоаудит для компании будет дороже штрафов за его отсутствие. Но ведь от того качества, проведенного

энергоаудита, зависит будущая эксплуатация дома и размер счетов потребителей[8]. В то же время, за некачественную эксплуатацию ответственность несет управляющая компания. Соответственно, необходимо более четко на законодательном уровне закрепить требования к качеству работ и ответственность энергоаудиторов и управляющих компаний. Данные меры повлекли бы снижение рисков, связанных с ошибками. Для проведения добросовестного энергоаудита необходимо мотивировать и развивать создание конкурентных мультифункциональных компаний, выполняющих полный и добросовестный комплекс работ, а также предъявлять более действенные меры к нарушителям законодательства за отсутствие качественно проведенного аудита.

Стоит отметить, что проблемы с энергосбережением связаны и с огромным потреблением количество энергии и топлива в крупных городах России из-за отсутствия в сознании потребителей устойчивого понимания необходимости экономии ресурсов, сформированные еще в советский период, в условиях их дешевизны, а также в условиях сельской местности ввиду льготных тарифов. Повышение городских тарифов в сочетании с низким уровнем доходов делает пенсионеров и малообеспеченные семьи наиболее восприимчивыми к изменению своих привычек и поведения. Другие категории населения, будучи социально более активными, в теории, должны бы активнее проводить мониторинг своих трат. Однако, наш собственный опыт показывает, что добиться от ресурсоснабжающих организаций помощи в выстраивании индивидуальных графиков для отдельных домов практически очень сложно. Это связано и с существующими на муниципальном уровне нормативами и с нежеланием подстраивать домовую ИТП под индивидуальный план работы. Поэтому было бы целесообразно активнее разъяснять населению порядок формирования оплаты и методы экономии трат для МКД, развивать социальную рекламу энергоэффективности, чаще освещать эти проблемы в СМИ, в образовательных программах, воспитательных мероприятиях (как, например, с отходами), чтобы процесс формирования «ноосферного человека» развивался активнее и приносил свои результаты.

Кроме того, инициативные потребители получили возможность через Советы домов влиять на энергоэффективные мероприятия, необходимые для понижения затрат на услуги ЖКХ: установку теплосчетчиков, регуляторов подачи тепла, установку стеклопакетов в подъезде, утепление подвалов и чердаков, введения оплаты по фактическим показателям приборов расхода энергии, контроль за организациями, осуществляющими управление общим имуществом МКД [9].

Подводя итоги нужно отметить, что проблема энергосбережения является сложной и многогранной. Она охватывает разные аспекты общественной жизни от финансовых, научных и политических до организационных, технологических и технических. Безусловно ситуация в сфере энергосбережения в повседневной жизни с каждым годом меняется в лучшую сторону, разрабатываются и внедряются новые технологии энергосбережения, разрабатываются направления политики в целях ликвидации проблем при энергосбережении МКД[10]. Однако описанные выше проблемы до сих пор остаются актуальными.

Так решением проблем финансирования в России может стать создание государственного и региональных фондов, а также проведение разъяснительных бесед с населением на тему необходимости материальных вложений, которые впоследствии окупятся, позволят экономить и в ближайшем будущем и создать в доме и на его территории здоровую и благоприятную атмосферу для комфортного проживания. Проблему с энергоаудитом необходимо решать на нормативном уровне, а именно зафиксировать в обязанности специалиста по энергоаудиту сначала учитывать в расчетах и рекомендациях стандарты и качества предоставляемых услуг, и только после этого приниматься за расчет эффекта от энергосберегающих мероприятий.

Основу энергосбережения в секторе ЖКХ должна составить обновленная организационно-управленческая система, система энергоэффективного менеджмента ЖКХ, в которой нужно заложить методы экономического стимулирования, заключающиеся в создании комфортных условий для развития рыночных отношений в сфере энергосервисных услуг, в появлении услуг и товаров, позволяющих получать выгоды от экономии энергоресурсов. Только создание условий для получения прибыли от энергосбережения для всех участников процесса позволит качественно изменить ситуацию с эффективностью расходования энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Седаш Т.Н.* Зарубежный опыт энергосбережения и повышения энергоэффективности в ЖКХ // Вестник РУДН. Серия: Экономика. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru> Дата обращения: 19.02.2020.
2. *Меликян М.* Между техносферой и ноосферой: в поисках человеческого качества. // Вестник Ивановского университета. Философия. 2015. № 2(15). С.30-35.
3. Государственный доклад о состоянии энергоэффективности в Российской Федерации // URL: <https://economy.gov.ru/> Дата обращения 12.03.2020.
4. *Соснова С.* Энергоэффективность ЖКХ: от мифов к нормальности [Электронный ресурс] // Энергосовет. 2016. № 3 (45). С.9-13.
5. Собрание законодательства Российской Федерации (от 30.11.2009 г. № 48, ст. 5836)
6. *Ибрашева Л.Р.* Энергосберегающие технологии в жилищно-коммунальном хозяйстве России // Вестник Казанского технологического университета. 2012. №7. С. 224-229. URL: <https://cyberleninka.ru> Дата обращения: 20.02.2020.
7. *Larionov A., Larionova Y., Selivanova L.* Regional peculiarities of energy saving development during the exploitation of housing and underground housing and utility sector objects [Электронный ресурс] // Procedia Engineering. 2016. Vol.165. P.1229-1232. URL: <https://www.sciencedirect.com/> Дата обращения: 13.02.2020.
8. *Косухин М.М., Семак А.В., Косухин А.М., Богачева М.А.* О проблемах энергоаудита жилищно-коммунального комплекса // В сб.: Научные технологии и инновации (XXII научные чтения). Белгород 6-7 октября 2016. С.50-54.
9. *Posvyatenko Y.V.* The role of Leadership in the Context of Modernization of Housing and Utilities Sector of Russia // 5th International Conference on Social, Economic, and Leadership (ICSEALV 2019). Atlantic Press. 2020. С.34-38. doi.org/10.2991/assehr.k.191221.174
10. *Першина Т.А., Голикова Г.А.* Особенности функционирования системы управления энергосбережением региона // Российское предпринимательство. 2014. Т. 15. № 2. С. 27-38.

Секция 6. NEW CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

MODELING AND OPTIMIZATION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN MODULAR CONSTRUCTION

R. Avetisyan¹, T. Bidov²

¹student, robert.avetisyan.98@mail.ru

²scientific supervisor, senior lecturer, tembot07@bk.ru

^{1,2}Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26

Abstract

Research subject: in this research paper the authors consider the technology of modular construction. The technology of modular construction is a progressive method in building buildings in many foreign countries. However, despite its relevance and prospects, this technology has not been widely used in the Russian Federation. There are several factors that prevent the introduction of modular construction in mass production. An integrated approach is needed to address the problem.

Goal: the purpose of this paper is to form production and technological modules that affect the adoption of organizational and technological decisions in modular construction.

Materials and methods: the potential of efficiency of organizational and technological solutions of the construction facility uses in the article. The tool that allows quickly manage construction production.

Results an organizational and technological model of potential was developed as a result of article. The factors influencing the adoption of organizational and technological decisions are identified.

Conclusion for the rational choice of organizational and technological solutions for building construction using a modular design, factors for further conducting an expert survey were identified.

INTRODUCTION

Today in the implementation of the construction project, necessary attention is dedicated to the selection of rational organizational, technical, technological and management solutions with the purpose of increasing the efficiency of the creation of final products. One of the most relevant topics for research in the field of preparation and performance of construction works is the development of an integrated model of organizational, technological and management solutions, which allows to choose the optimal criteria for creation of the final product and subsequent monitoring of their implementation [1]. Based on the potential of efficiency, an organizational and technological model is developed, which allows to select the optimal solutions in the implementation of the construction project, as well as to monitor their implementation [2].

LITERATURE REVIEW

On the basis of literary analysis concerning the issue of modular construction, the works of the authors [1-14] over the last 10-15 years were studied.

Many studies are being carried out to study single organizational and technological potentials:

- Construction and installation works modelling in the integrated assessment of industrial facilities reprofiling performance [3];
- Work is under way on a comprehensive study of the methodology of evaluating the efficiency of repair of engineering communications in the organization of construction production [4];
- The dependencies of the potential of the construction site on the adopted organizational and technological solutions have been investigated [5];
- Methods are developed on selection of methods of nondestructive testing at organization of monolithic construction and selection of methods of winter concreting [6].
- The potential for unscheduled repair [7], potential for erection of enclosing structures [8] and others [9-10] have been studied.

MATERIALS AND METHODS

The object of this study are technological solutions during construction of buildings by modular method.

The subject of the study are processes of increasing the efficiency of selection of optimal organizational and technological solutions during organization of works by methods method.

The adoption of organizational and technological solutions in the building of buildings by modular method depends on many factors, such as: the need for large industrial closed areas for the production and storage of modular blocks, imperfect, expensive and complex equipment at that time, difficulties in molding, difficulties in the transportation of oversized cargo, absence or shortage of powerful mechanisms with high load capacity, absence of mass production.

For creation an integrated potential model, factors influencing the adoption of organizational and technological decisions were identified, having previously divided them into 3 levels of variation: the lower level, which is represented by the worst value (-1), the central level - by the middle value (0), and the upper level - by the best value (1) [10].

The optimal approach to solve the problem is seen in the application of the factor system simulation methodology [5].

In the future, the factors identified will influence the final value of the finished product obtained. As an indicator of efficiency, we will use the integrated organizational and technological potential of the object, realizing that management factors are also taken into account in its formation. The main feature that distinguishes the integral potential from the existing modern means of analysis of the discrete indicator is the integral approach to the causes of its generalizations.

A model of integral organizational and technological potential was used to investigate factors affecting the adoption of organizational technological solutions. In this work the following concept is introduced: P_{MC} . - integral potential of building buildings by modular method, which is a combined parameter, characterizing the result of necessary discrete indicators.

Schematically, the system of properties affecting potential (P_{MC}) can be depicted in the format of the target tree (Fig.1). In the top of the tree, on the top of it there is more the main property - the potential of construction of buildings by volume-block method (P_{MC}), at the middle levels - complex - Production-technological modules (PPM), which influence the adoption of organizational technological decisions, and on the bottom - the simplest property - organizational-technological parameters, previously decomposed into 3 levels of variation. The structure and number of levels of the target tree can vary from many factors. [6].

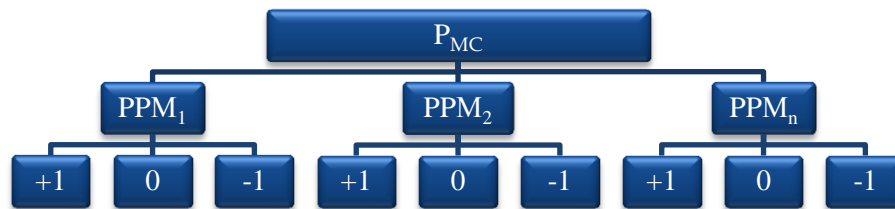


Fig. 1. Structure of potential building buildings by modular method

Let us present the function $y = f(x_i)$, which can be considered as:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

Where $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ is the system of combining organizational and technological factors, in the specific case of Production and technological modules (PPM).

Assuming that the relation between PPM is linear, then it can be represented in the equation

$$P_{MC} = \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n p_i, \quad (2)$$

Where P_{MC} - potential of building buildings by modular method.

A similar mechanism is used when considering organizational-process PPM separately, whereas for each PPM, which is a formal description of the organizational-process module, there are a large number of factors $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ affecting this module.

This constraint becomes:

$$p_i = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (3)$$

In the same order as in the case of the integral P_{MC} potential, we enter a relative expression of the PPM index, assuming that the dependence is linear. From here we receive:

$$PPM = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n, \quad (4)$$

Where PPM - production and technological modules that influence the adoption of organizational technological solutions during the construction of the building.

And $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ is a discrete set of factors that affect the integral potential of P_{MC} .

It is necessary to consider the complexity of the construction site, at which different factors will have different influence on the making of organizational and management decisions. In order to take this feature into account, it is necessary to enter in the formula a weight factor expressing the influence of a factor on the integral decision potential. Such a phenomenon is called "potential weight" and "factor weight," accordingly the expressions will take the form:

$$P_{MC} = \sum_{i=1}^n W_i v_i = W_1 v_1 + W_2 v_2 + \dots + W_n v_n, \quad (5)$$

Where W_i is the weight factor corresponding to i -y potential.

$$\sum_{i=1}^n W_i v_i = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n, \quad (6)$$

Where w_i is the weight factor corresponding to i -i influencing factor.

Considering that $v_i = PPM_i = w_i x_i$, using the substitution method, we will obtain a formula for assessing the impact of organizational and technological solutions in carrying out the work process on the integral potential of P_{MC} .

$$R_{MC} = \sum_{i=1}^n W_i \times PPM_i = W_1 \times w_1 x_1 + W_2 \times w_2 x_2 + \dots + W_n \times w_n x_n. \quad (7)$$

The method of evaluation based on integral potential enables to implement a comprehensive approach for evaluation of factors affecting making organizational and technological decisions. Its feature is the ability to take into account many factors that influence the work processes. The integrated potential allows quality management and adoption of organizational and technological decisions, meets the need for quality control throughout the construction period, which to date cannot be provided by the mechanisms that are currently being changed.

For the rational selection of an organizational and technological solution during the construction of buildings by a volume-block method, it is necessary to first compare the factors that influence the organization of construction.

RESULTS

After the development of the organizational and technological model of the potential for building construction by a modular method, directions were identified for further research of the issue under consideration. In order to form the potential of organizational and technological solutions of construction of buildings by modular method, it is necessary to carry out expert survey of the following factors in the future

- Absence of technical rationing, in particular for production of modular units ("Factory documentation"), absence of standards for quality control of construction and installation works (X1);
- Complexity of urban transportation (X2);
- Qualification of engineering staff (X3);
- Quality of organizational and technological documentation (level of development of design documentation) (X4);
- Qualification of working staff (X5);
- Availability of mechanized machinery and equipment (X6).
- The need for large industrial closed areas for the production and storage of bulk blocks (X7);
- No mass production (X8);
- Expensive and sophisticated equipment to produce bulk units (X9)

The method of evaluation based on integral potential will allow to implement a comprehensive approach for evaluation of factors affecting the adoption of organizational and technological decisions. The integrated potential will make it possible to manage and make organizational and technological decisions of quality, to meet the need for quality control throughout the construction period, which to date cannot be provided by the mechanisms that are currently being changed.

CONCLUSION

1. The study revealed factors affecting organizational and technological decisions.
2. In order to rationalize the selection of an organizational and technological solution during the construction of buildings by a volume-block method, it is necessary to first compare the factors that influence the organization of construction.

REFERENCES

1. *Lapidus A.A.* Potencial effektivnosti organizacionno-tekhnologicheskikh reshenij stroitel'nogo ob"ekta // Vestnik MGSU. 2014. № 1. S. 175—180.
2. *Lapidus A.A.* Instrument operativnogo upravleniya proizvodstvom — integral'nyj potencial effektivnosti organizacionno-tekhnologicheskikh i upravlencheskikh reshenij stroitel'nogo ob"ekta // Vestnik MGSU. 2015. № 1. S. 97—102.
3. *Topchij D.V.* Organizacionno-tekhnologicheskoe modelirovanie stroitel'no-montazhnykh rabot pri kompleksnoj ocenke rezul'tativnosti pereprofilirovaniya promyshlennykh ob"ektov: avtoreferat dis. . kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.02.22. 2015, 119 str.
4. *Kozhevnikov D.G.* Kompleksnaya metodika ocenki effektivnosti organizacii stroitel'nogo proizvodstva pri remonte inzhenernykh kommunikacij: avtoreferat dis. ... kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.02.22. 2014, 134 str.
5. *Kvashuk S.V., Smyshlyaev B.N.* Vliyanie inzhenerno-geologicheskikh uslovij i prirodno-klimaticheskikh faktorov na sostoyanie iskusstvennykh sooruzhenij // Put' i Putevoe hozyajstvo, 2018, s 15-18.
6. *Hubaev A.O. Bidov T.H.* Organizacionno-tekhnologicheskij potencial ispol'zovaniya metodov nerazrushayushchego kontrolya pri proizvodstve betonnykh rabot v zimnij period // NAUKA I BIZNES: PUTI RAZVITIYA, 2018, s. 101-104.
7. *Murzatin A.R., SHal'neva M.E. Brusnikin YU.S.,* Tekhnologiya vozvedeniya podzemnoj chasti zdaniya s pomoshch'yu opusnykh kolodcev // Novoe, 2018, s. 180-182.

8. *Bidov T.H. Avetisyan R.T.* Razrabotka organizacionno-tehnologicheskikh modulej potenciala ustrojstva vremennogo krepleniya stenok vyemok pri proizvodstve rabot nulevogo cikla // *Izvestiya TulGU: Tekhnicheskie nauki*, 2019, №12, s. 427-431.
9. *Bidov T.H. Avetisyan R.T.* Formirovanie proizvodstvenno-tehnologicheskikh modulej // *Izvestiya TulGU: Tekhnicheskie nauki*, 2019, №12, s. 496-498.
10. *Haev T.E Avetisyan R.T.* Faktory, vliyayushchie na prinyatie organizacionno-tehnologicheskikh reshenij pri vybore konstruktivnyh metodov kreplenij stenok vyemok i kotlovanov // *NAUKA I BIZNES: PUTI RAZVITIYA*, 2019, s. 85-87.

DEVELOPMENT OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

E. Bilonda Tregubova¹, I.L. Abramov²

¹student, lena.tregubova.99@inbox.ru

²associate professor, Ph.D., ivan2193@yandex.ru

^{1,2}Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26

Abstract

Subject of research: This article deals with the history of development of additive technologies and particular features of their application in construction, and reviews 3D-printers and innovative 3D printing techniques.

Objectives: This research is focused on studying these technologies in general and determining their advantages and disadvantages.

Materials and techniques: This article illustrates housing techniques based on 3D printers and reviews materials used in such construction projects.

Deliverables: The authors of this research have revealed advantages and disadvantages of additive technologies, studied a graph showing the growth of application of these technologies in construction projects in various countries, and analyzed possible reasons of scarce use of 3D printers in the construction industry in Russia.

Conclusions: The authors have assessed the significance of 3D technologies in construction in various countries and the prospects of their development in Russia.

INTRODUCTION

Construction is a labor-intensive process of erecting buildings and structures. There are various technologies under development aimed at simplifying this process. Special mention among all construction technologies is deserved by innovative additive technologies.

Additive technologies mean layer-by-layer manufacturing and synthesis of a project with the aid of computer technologies and 3D printers. This automated production process has found practical application in many fields of the industry. These technologies have a number of significant strong points enabling the improvement of traditional construction techniques while reducing requirements for labor, major investment and additional casing. There has been a prominent growth of research interest in the application of 3D printing in the construction of buildings and structures in the recent years [1].

Research in digital technologies has led to an idea of additive creation of projects based on a preprogrammed mathematical model using a 3D printer. The stereolithography technology (layer-by-layer growing of three-dimensional objects from a photopolymer composition) was developed by US scientist Chuck Hull in 1984. In 1986, he filed a patent for his invention and established a company named 3D Systems. Concurrently, he started developing 3D printing device that was released in 1987. This device was named a "stereolithography unit". The unit created computer-simulated three-dimensional objects from liquid photopolymer composition layer by layer (0.1-0.2 mm thick) by applying it on a mobile platform [1].

In 1988, US scientist Scott Crump patented a 3D printing technology named the fused deposition modeling. The printer's head is preheated up to the melting temperature. The head extrudes melted material (plastic) in the form of a filament, which is deposited on the working surface. After that, the platform moves down by the thickness of one layer, and the process is then repeated.

Early in the 21st century, several groups of scientists from various countries started research in

3D printing technologies in the field of construction. In 2012, the first consumer 3D construction printers were released, and as early as two years later the first single-storey house was built by the Chinese company Shanghai WinSun [2].

REFERENCE REVIEW

This research has included review of Russian and international scientific articles published in various journals and online public sources, as well as other works [1-12].

MATERIALS AND METHODS

The 3D printing technology is basically used in the construction industry to “print” houses by layer-by-layer application of concrete mixture or the additive technique. The 3D equipment has an nozzle that extrudes concrete mixture. Products are manufactured gradually layer by layer (Figure 1).

The mixture used by this technology can be based on such materials as Portland cement, plaster, binders with various additives, fiber cement, etc. It must be a rapid-curing, high-strength mixture with thixotropic and adhesive properties. The mixture hardens by 95% in three minutes, thus ensuring fast rates of construction operations [3].

Each 3D printer developer offers its own mixture. Many of them keep their mixture composition in secret. Some mixtures are composed of cement, fiberglass, sand, special hardening compounds and fiberglass acting as reinforcement [4]. Some other mixtures include various rocks ground to sand and the material is glued by a special solution. However, in most cases such mixtures are produced from construction and industrial wastes, while fiberglass and basalt are used to make the structure stronger [5].

The printed structure of a wall consists of internal and external layers with an internal part printed between them in the form of a triangular acting as stiffening ribs [6]. The structure can be reinforced by fiber in the concrete mixture or by rods installed in voids that are subsequently filled with mixture (Figure 1). These voids are also used for laying various utility systems.



Fig. 1. “Printing” of a wall by additive techniques

RESEARCH DELIVERABLES

The deliverables of this research [7] emphasize the advantages and disadvantages of the technology under review. The main strong points of 3D printers include:

1. Low cost of the end products.
2. Rapid construction of buildings due to continuity of the construction process.
3. Erection of buildings with one-of-a-kind architectural and planning solutions.
4. Low labor costs.
5. Reduced number of contractors in construction operations.

Nevertheless, despite all its advantages, this technology has a number of disadvantages that are worth noting [8]. The disadvantages of 3D printers include:

1. Limited dimensions of the manufactured product.
2. Dimensions of 3D printers.
3. Imperfections of materials used as fast-hardening mixtures.
4. Complicated installation of utility systems.
5. Printer servicing.
6. In sufficient skills of workers.
7. Limited number of specialized organizations.

However, these weakpoints are not incurable, as they are characteristic of any breakthrough technology just starting up in various countries [9]. The diagram below shows growing requirements for 3D printing construction projects in various countries exemplified by construction companies (Figure 2).

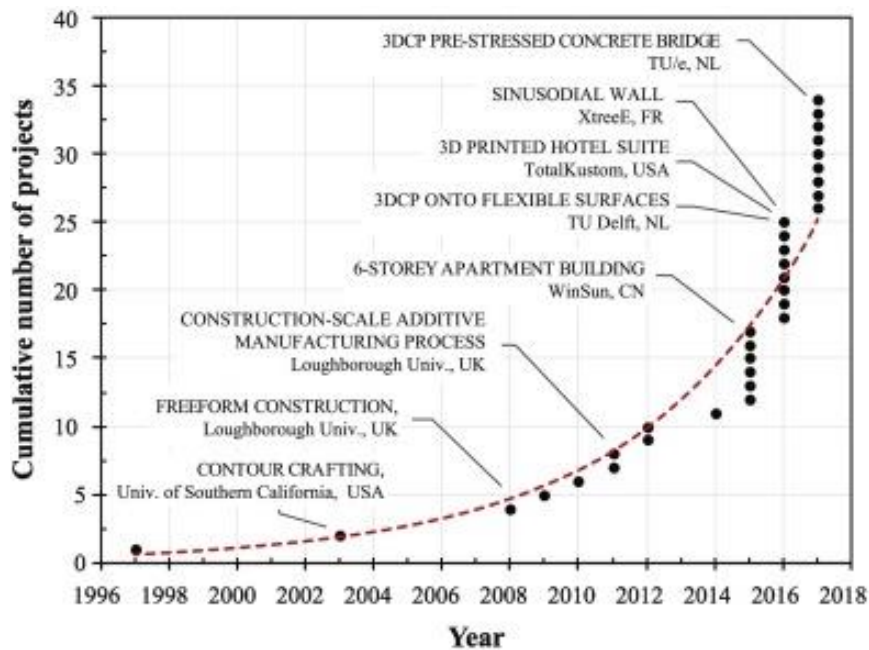


Fig. 2. Growing requirements for building houses using the additive technique

Highly populated Asian and South American countries make active use of this technology [10] enabling housing construction within short time (Figure 3).



Fig. 3. A printed house in Mexico

The 3D printing construction technology is not much in demand in Russia [11]. The reasons may be the country's harsh climate that deteriorates concrete mixture's properties and the high cost of mixture materials. Customers are often unwilling to acquire structures manufactured mechanically. However, in 2017, the Russian company ApisCor printed the first residential house on a 3D printer. It may be the start of a breakthrough in the development of the additive technology in Russia's construction industry [12,13].



Fig. 4. A house printed by the additive technique in Russia

CONCLUSIONS

The additive technology is currently used in low- and middle-storey construction projects; however, it may be adapted for construction of multi-storey and high rising buildings in the future. It will make it possible to bring down the costs, reduce the duration, and improve the quality and safety of construction operations. A combination of robotic systems and traditional construction technologies seems to open the greatest prospects.

REFERENCES

1. Khoshnevis B. Innovative rapid prototyping process makes large sized, smooth surfaced complex shapes in a wide variety of materials // *Materials Technology*. 1998. Vol. 13. Pp. 52–63.
2. Hwang D., Khoshnevis B. An innovative construction process-contour crafting (CC) // *22nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction*. 2005. Pp. 90–111.
3. Khoshnevis B. Automated construction by contour crafting-related robotics and information technologies. *Automation in construction*. 2004. T. 13. No. 1. Pp. 5-19.
4. Hwang D., Khoshnevis B. Concrete wall fabrication by contour crafting. *21st International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2004)*, Jeju, South Korea. 2004.
5. *Abramyan S.G., Iliev A.B., Lipatova S.I.* Modern construction additive technologies. Part 2. // *The Don Engineering Herald*. No.1. 2018.
6. *Duballet R., Baverel O., Dirrenberger J.* Classification of building systems for concrete 3D printing // *Automation in Construction*. 2017. Vol. 83. Pp. 247–258.
7. *Mehmet S., Yusuf C.K.* 3D printing of buildings: construction of the sustainable houses of the future by BIM // *Energy Procedia*. 2017. No. 134. Pp. 702–711.
8. *Vatin N.I., Chumadova L.I., Goncharov I.S.* et al. 3D printing in construction // *Construction of unique buildings and structures*. 2017. № 1 (52). Pp. 27–46.
9. Sandoval, Vicente; Hoberman, Gabriela; and Jerath, Meenakshi, "Urban Informality: Global and Regional Trends" (2019). DRR Faculty Publications. 16. https://digitalcommons.fiu.edu/drr_fac/16.
10. Apis Cor. We print buildings. URL: <http://apis-cor.com/>.
11. APIS COR: We print buildings. URL: apiscor.com/files/ApisCor_TechnologyDescription_ru.
12. *Inozemtsev A.S., Korolev E.V., Zyong Than Kuy.* Analysis of existing 3D printing technological solutions in construction // *Herald of MGSU*. 2018. V. 7 (118). Pp. 863–876.
13. *Abramov I., Stepanov A., Ibrahim I.F.* Advantages of pre-fabricated reinforced concrete construction in Iraq MATEC web of conferences 117 «Rsp 2017 - 26th r-s-p seminar 2017 theoretical foundation of civil engineering». 2017. p 00001. DOI: 10.1051/matecconf/201711700001.

АНАЛИЗ РАСХОДА УСЛОВНОГО ТОПЛИВА ПРИ ДЕМОНТАЖЕ ПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Ю.В. Гайдышева¹, Е.А. Король²

¹аспирант, gaidysheva_yuliy@mail.ru

²научный руководитель, проф., д-р техн. наук, зав. кафедрой ЖКК, KorolEA@mgisu.ru

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

В настоящее время отрасль строительства может предложить множество способов и методов демонтажа конструкций, зданий и сооружений. Выбор способа демонтажа строения напрямую влияет на продолжительность производства работ, однако, выбор не сводится исключительно к продолжительности, но и включает в себя множество параметров. В настоящей статье рассматривается анализ методов демонтажа на примере панельного жилого здания с учетом расхода условного топлива.

МАТЕРИАЛЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время существует несколько способов демонтажа, которые применяются в строительной отрасли. В статье рассматривается механизированный метод с использованием малых и больших средств механизации и демонтаж с использованием строительного робота. Демонтаж строения механизированным наиболее часто встречающимся видом демонтажа. Данный метод позволяет демонтировать объект и избавиться от строительного мусора, образовавшегося в процессе разрушения, за очень короткие сроки[1]. Производительность такого метода объясняется широкой линейкой специальной техники и механизмов, при помощи которых можно за короткий срок полностью демонтировать здание высотой до 60 метров[2], [3].



Рис. 1. Механизированный метод сноса с применением экскаватора

Использование строительного робота является самым экологичным и безопасным для производителей работ методом демонтажа. Один робот способен демонтировать бетон с частотой до 1400 уд./мин. и создавая давление гидросистемы до 20 МПа, для обеспечения его функционирования необходим 1 оператор установки, при этом сам робот рассчитан на круглосуточное функционирование[4].



Рис. 2. Демонтаж бетона строительным роботом Атлант 4000

Строительный робот разрушает бетон создавая частые вибрации, которые разрушают бетон. Благодаря его высокой точности данный агрегат применяется не только для разборки зданий, но и для точечной разборки элементов, включая разрушение оголовков свай при устройстве фундаментов по инъекционным технологиям. Использование квик-капplers позволяет использовать строительного робота не только для демонтажа, но и как механизм малой механизации, например, меняя молот на ковш.

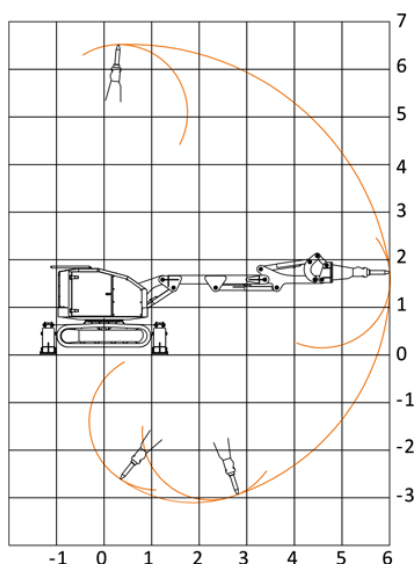


Рис. 3. Радиус действия робота Атлант 4000

Для проведения сравнения методов демонтажа по расходу удельного топлива расходы топлива переводятся к удельным показателям. Условное топливо – это единица учёта тепловой ценности топлива, применяемая для сопоставления различных видов топлива. Условным топливом называется топливо, теплота сгорания 1 кг которого равна 7000 ккал. На стадиях сноса, строительства и эксплуатации жилой застройки удельная величина расхода топливо-энергетических ресурсов (ТЭР) определяется в натуральных и условных единицах:

- котельно-печное топливо - в килограммах, граммах условного топлива (кг у.т.; г у.т.);
- тепловая энергия – в гигакалориях (Гкал);
- электрическая энергия – в киловатт-часах (кВт·ч);
- автотранспортное топливо и другие нефтепродукты - в килограммах и граммах натурального (например, дизельного) (кг, г) или условного (кг у.т., г у.т.) топлива.

Сравнение проводится на примере панельного пятиэтажного четырехсекционного дома типа I-510/5 общей кубатурой 10 508,4 м³[5].

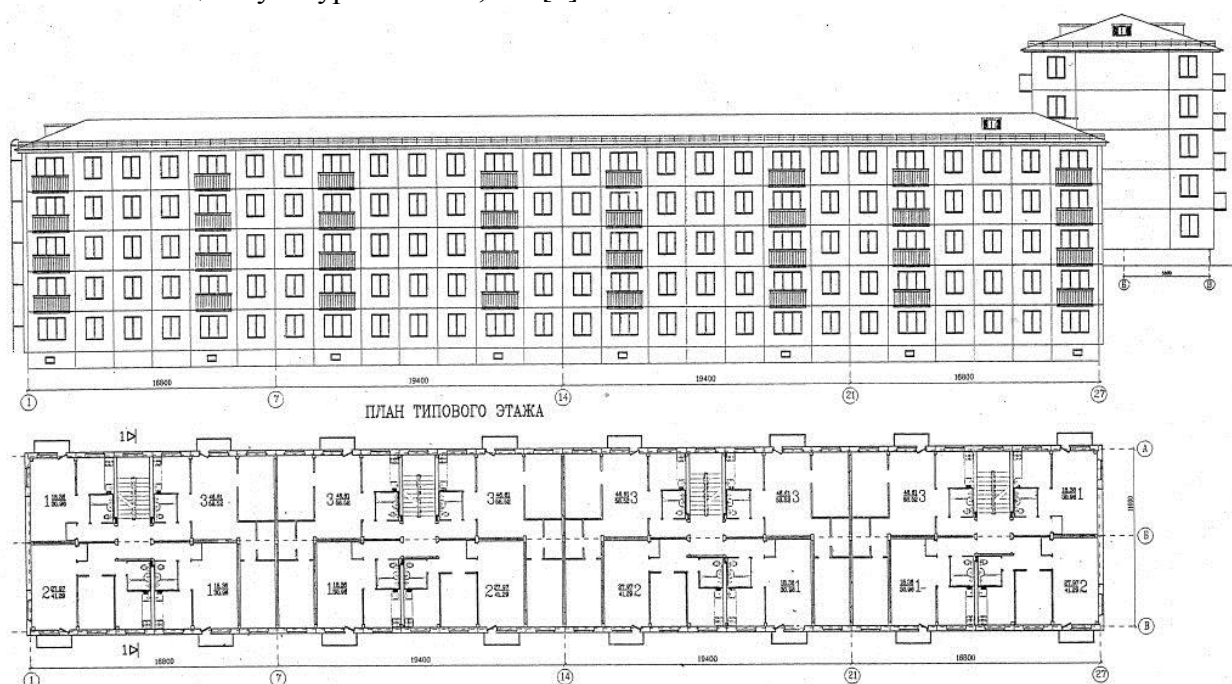


Рис. 4. Серия панельного здания типа I-510/5

Далее рассчитаем расход условного топлива для каждого из приведённого метода демонтажа:

1. Для подсчета расхода условного топлива рассмотрим способ разборки методом обрушения: кирпичных отопляемых согласно ГЭСН 46-06-009-01:

Трудозатраты труда рабочих-строителей (разряд 3) составят– 32,84 чел.-ч, затраты труда машинистов (справочно, входит в стоимость ЭМ) – 27,74 чел.-ч, исходя из подсчитанных трудозатрат формируем общую ведомость трудозатрат и машиномен.

2. Для подсчета расхода условного топлива с помощью строительного робота его мощность берем из паспорта оборудования и проводим следующий расчет:

Метод	Наименование работ и затрат	Объем работ, 100 м ³	Норма расхода, маш. - ч	Затраты труда на объем, маш-ч	Затраты труда на объем, маш-см.	Кол-во смен	Кол-во машин	Продолжительность, дней	Часовой расход ТЭР потребителя, кг.у.т./смена	Расход N потребителя ТЭР, кг.у.т.
Механизированный способ	Краны на колесном ходу при работе на других видах строительства 20 т	105,08	2,1	220,67	27,58	1	1	28	89,78	2476,56
	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу при работе на других видах строительства 1,25 м ³	105,08	12,54	1317,7	164,71	1	4	41	289,7	47717,83
Демонтажный робот	Робот Ударноволновой Атлант-4000	105,08	7,8	819,624	102,45	1	6	32	282,68	48960,566
	Краны на колесном ходу при работе на других видах строительства 20 т	105,08	2,1	220,67	27,58	1	1	28	89,78	2476,56

ВЫВОДЫ

Как следует из проведенного анализа, несмотря на большую ударную силу демонтажный робот производит работы с большим потреблением энергетических ресурсов, что не может удовлетворять условиям энергосбережения на строительной площадке. Такой метод демонтажа пригоден для локального применения, требующего высокой точности и маневренности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов А.Ф. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций материалов для повторного использования. М., Издательство АСВ, 2004.
2. Король Е.А. Анализ состояния и тенденций градостроительной деятельности в реализации проектов реконструкции и реновации промышленных зон Москвы // Недвижимость: экономика, управление. 2014 ISSN: 2073-8412.
3. Korol, E., Pleshivcev, A. Multiple-criteria decision analysis of the transformable low-rise building technological construction process. MATEC Web Conf. Volume 251, 2018 VI International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education" (IPICSE-2018).
4. Олейник П.П., Олейник С.П. Организационные решения по разборке (сносу) жилых зданий типовых серий. М., МГСУ, 2008.
5. Национальное объединение строителей. Организация строительного производства. Снос (демонтаж) зданий и сооружений.
http://nostroy.ru/departament/metodolog/otdel_tehnicoskogo_regulir/sto/%D0%A1%D0%A2%D0%9E%20%D0%9D%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%9E%D0%99%202.33.53-2011.pdf

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В.С. Евстратов

аспирант, evstratovvs@mgsu.ru

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д.26

ВВЕДЕНИЕ

Монолитное строительство на текущий момент является наиболее приоритетным способом возведения жилых зданий, о чем свидетельствуют статистические данные [1]. По предварительной оценке данных за 2020 год доля квартир в жилых домах, возведенных с использованием монолитных технологий строительства (монолит, монолит + кирпич), составляет более 60%. Динамику изменения долей материалов, используемых в жилищном строительстве можно посмотреть на рисунке 1.

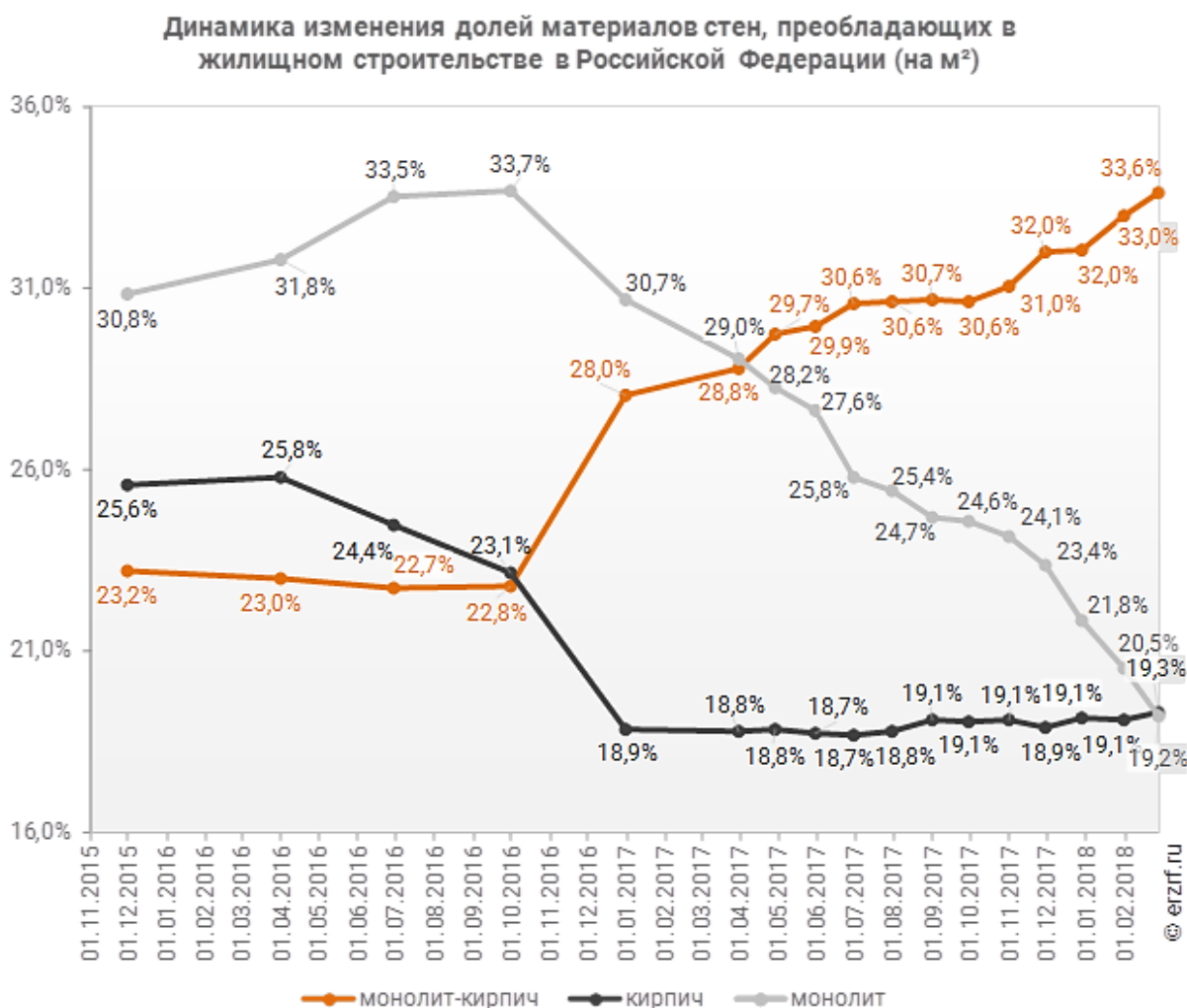


Рис.1. Динамика изменения [Источник: <https://erzrf.ru/>]

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Различным вопросам совершенствования организации строительства посвящены научные статьи, авторские патенты и исследования ряда таких учёных, как Атаев С.С., Афанасьев А.А., Гинзбург А.В., Денисов Г.А., Завадскас Э.К., Прыкин Б.В., Цай Т. Н., Цирик Я.И., Яровенко С.М., Яковлев В.Ф., и др. [2-7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Одним из критериев оценки эффективности организации производства в строительстве является выполнение совокупности всего комплекса строительных работ в минимальные сроки с соблюдением норм безопасности, требований к качеству выпускаемой продукции и стандартов (СНиП, ГОСТ, ТУ, СТУ, ISO).

Наиболее эффективно организованные производства смогут выпускать качественную продукцию в более короткий срок, что даст им значимое преимущество на строительном рынке.

В современном монолитном строительстве организация строительного производства состоит из следующих этапов:

- организационно-технологическое проектирование строительных процессов;
- разработка проекта организации строительства (ПОС);
- разработка проекта производства работ (ППР);
- реализация строительного-монтажных работ (СМР) согласно проектной документации.

Если учесть, что строительное производство – большая и сложная система, включающей множество процессов, зависящих от человеческого фактора, внешних воздействий, а также, что любой проект – это идеализированное приближение к реальности, то можно сделать вывод о невозможности производства работ в полном соответствии с ПОС и ППР. В тоже время из-за проявления множества неблагоприятных условий процесс строительства может быть нарушен и остановлен на продолжительное время.

По состоянию на 1 января 2019 года по данным Счетной палаты РФ в России 62,6 тысячи объектов незавершенного строительства (ОНС)¹. Среди них – детские сады, школы, университетские кампусы, объекты транспортной и коммунальной инфраструктуры. К началу 2019 года в эти ОНС вложено 4,048 трлн рублей бюджетных средств (с учетом текущего строительства). При этом на государственные стройки, которые приостановлены более чем на полгода или законсервированы (более 4 тыс. объектов) направили 260 млрд рублей [8].

Решающим фактором для организации возобновления строительного производства объектов незавершенного монолитного строительства становится процесс принятия организационно-технологических решений (ОТР) в уже заданных условиях строительства (стесненность производственной площадки, техническое состояние объекта, его возможное перепрофилирование), способствующий достижению главных показателей строительного проекта (продолжительность, стоимость, качество, безопасность).

¹ ОНС: объект капитального строительства - здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено (далее - объекты незавершенного строительства), за исключением некапитальных строений, сооружений и неотделимых улучшений земельного участка (замощение, покрытие и другие) - "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате исследования выделено 5 групп факторов, влияющие на ОТР в возобновляемом монолитном строительстве:

- территориальное расположение объекта;
- технологическая сложность объекта;
- уровень механизации строительства;
- уровень проработки документации;
- уровень использования трудовых ресурсов.

Для определения факторов, оказывающих наибольшего влияния, используется метод экспертных оценок. Результаты оценки экспертов сведены в таблице 1.

Таблица 1. Наиболее значимые факторы

Фактор	Обозначение	Единица измерения
Доля завершенных работ	A	%
Число этажей в сооружении	N	Шт.
Особые конструктивные решения	C	%
Степень стесненности строительной площадки	I	%
Влияние погодных условий	W	%
Уровень механизации строительных процессов	M	%
Обеспеченность трудовыми ресурсами	E	Чел.
Степень специализации строительных процессов	P	%
Наличие проектной документации, в том числе BIM-модели	B	Ед.
Техническое состояние сооружения	T	%
Комплектация опалубочными системами	F	Руб./м ³

В качестве основного критерия эффективности при выборе рационального варианта ОТР можно принять стоимость выполнения монолитных работ, как обобщающий показатель, включающий в себя все, наиболее влияющие факторы.

В таком случае, многофакторная регрессионная модель, может иметь следующий вид:

$$S_0 = S_1 - x_1 * A + x_2 * N + x_3 * C + x_4 * I + x_5 * W - x_6 * M + x_7 * E + x_8 * P - x_9 * B - x_{10} * T + x_{11} * F,$$

где S_0 - стоимость выполнения работ с учетом наиболее значимых факторов, а S_1 стоимость работ по плановой смете, $x_1 \dots x_n$ – показатели, наиболее значимых факторов.

Подобные модели, характерны и для остальных показателей эффективности: продолжительность, качество, безопасность.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для обеспечения необходимой степени достоверности рассчитываемого результата необходимо произвести сбор и анализ информационных данных деятельности строительных подрядных организаций при возведении объектов монолитного строительства. Чем больше собранных данных, тем точнее будут показатели, но огромный объем данных невозможно проанализировать без помощи интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР).

Таким образом, специально подготовленная ИСППР, должна обладать следующим функционалом:

- Поддержка статистических моделей и машинного обучения (для решения многокритериальной задачи).
- Организация потока данных (для управления факторами).
- Поддержка экспертных мнений (для определения наиболее значимых факторов).
- Визуальное представление (для принятия решения).

Исходя из требуемого функционала, ИСППР можно разбить на 3 слоя (таблица 2).

Таблица 2. Архитектура ИСППР

Слой	Функционал	Инструментарий
1. Интерфейс	Визуализация	Power BI
2. Моделирование	Статистические модели и машинное обучение	Python
3. Сбор и анализ данных	Организация потока данных	Redis
	Работа с базой данных	
	Экспертные мнения	

ВЫВОДЫ

1. Одним из возможных путей повышения эффективности строительного производства является выбор наиболее рациональных вариантов ОТР строительных процессов.
2. Выбор рациональных вариантов ОТР монолитного строительства возможно автоматизировать с помощью внедрения ИСППР.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://erzrf.ru/images/repfile/14870876001REPFLE.pdf> Дата обращения: 23.03.2020.
2. Вайнштейн М.С., Жадановский Б.В., Синенко С.А., Афанасьев А.А., Павлов А.С., Ефименко А.З., Долганов А.И. Оценка эффективности организационно-технологических решений при выборе средств механизации производства строительного-монтажных работ // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 123-127.
3. Завадскас Э.К., Каклаускас А. Анализ процесса жизненного цикла застроенной среды как сложной и постоянно изменяющейся системы // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 3. С. 82-87.

4. *Прыкина Л.В., Прыкин Б.В.* Инновационная составляющая производства строительных систем // Экономика и предпринимательство. 2015. № 5-1 (58). С. 467-472.
5. *Яровенко С.М., Павлючук В.Ю.* Оптимизация использования производственных ресурсов строительной организации в процессе создания объектов недвижимости // Недвижимость: экономика, управление. 2007. № 1-2. С. 86-89.
6. *Завадскас Э.К., Каклаускас А., Андрушкявичюс А., Витейкиене М.* Интернетная система поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов в строительстве // Вестник Национального Авиационного Университета. 2005. Т. 3. № 25. С. 144-150.
7. *Гусаков А.А., Гинзбург А.В., Веремеенко С.А., Монфред Ю.Б., Прыкин Б.В., Яровенко С.М.* Организационно-технологическая надежность строительства
8. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://audit.gov.ru/press_center/news/37752 Дата обращения: 22.02.2020.

АНАЛИЗ ОБСЛЕДОВАНИЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОКОТОЧНЫМИ ПРИБОРАМИ

А.С. Зудова

студентка, zudovaa98@gmail.com

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Аннотация

В текущей статье проводится анализ приборов по обследованию ветхого жилья в России и других странах. На основе статистики приведены данные по состоянию российского жилищного фонда. Рассмотрен метод наиболее щадящего изучения конструкции с дальнейшим сохранением ее исторической ценности, и в целях экономии ресурсов. Представлены приборы, определяющие скрытые элементы строительных конструкций неразрушающим методом. В частности, технология разработана компанией Hilti для помощи инженерам-строителям в контроле и обследовании бетонных конструкций. Целью статьи является анализ необходимости применения современных неразрушающих методов при обследовании бетона на выявление расположения арматурных стержней, различных размеров пустот и полостей, электрической проводки, металлических и пластиковых трубопроводов и сведение к минимуму возможности попадания в указанные объекты. Выявление наиболее эффективного сканирующего прибора с корректным и детальным отображением внутренних дефектов конструкции, что позволяет более точно оценить пригодность здания к дальнейшей эксплуатации.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире становится актуальной проблема реконструкции зданий. В строительной индустрии все чаще происходят аварии в следствии предоставления инженерам-конструкторам неполной информации о состоянии объекта, к примеру, класс и количество арматуры, величина защитных слоев бетона, отсутствие заявленных в проекте арматурных стержней. Все перечисленные параметры влияют на решение по усилению или ремонту конструкции. К тому же не всегда есть возможность воспользоваться методом локального разрушения, так как часто нет доступа к таким элементам, как фундаменты или верхнее армирование ригелей и балок. Следовательно, из-за отсутствия подобной информации возникают ошибки при составлении отчетов о несущей способности объекта. Поэтому необходимы меры, уменьшающие или исключаяющие риск получения некорректного обследования бетонной конструкции. [2]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализируя статистику данных, приведенных Росстатом с 1996 года, в России значительными темпами прогрессировало ухудшение технического состояния фонда недвижимости. В период с 1996 по 2001 годы зафиксировано увеличение объемов ветхого, аварийного жилья. Это объясняется тем, что в 90-е годы эксплуатация зданий была чаще бесконтрольной: меньше уделялось внимания контролю возводимых объектов, ремонты проводились только в критических случаях, документация ряда объектов была утеряна. [1]

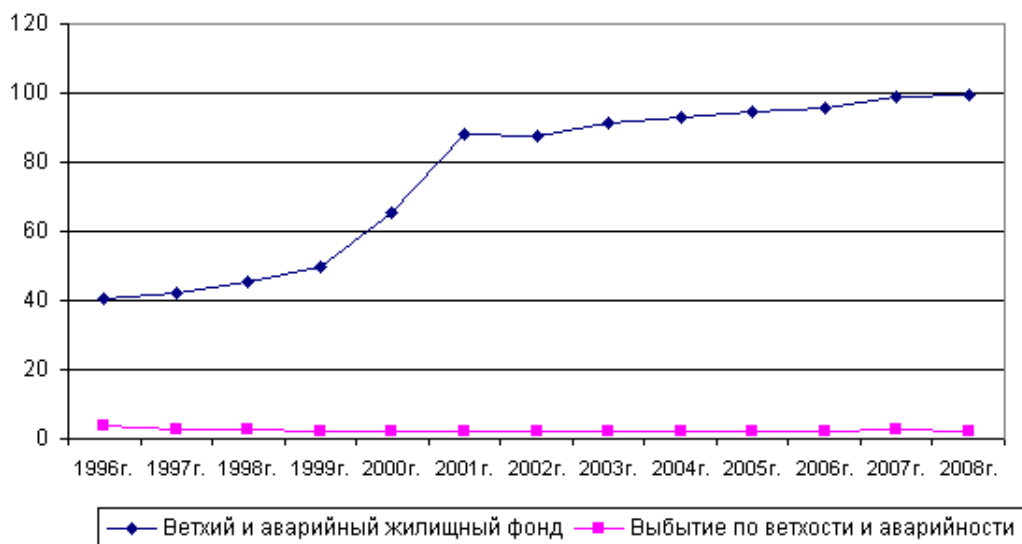


Рис. 1. Ветхий и аварийный жилищный фонд России, млн.кв.м

Основными причинами аварийности жилья являются деформации и повреждения, потеря необходимой прочности несущих конструкций, фундаментов, стен, перекрытий. В следствии чего становится опасным пребывание в данном помещении в виду возможности его обрушения.

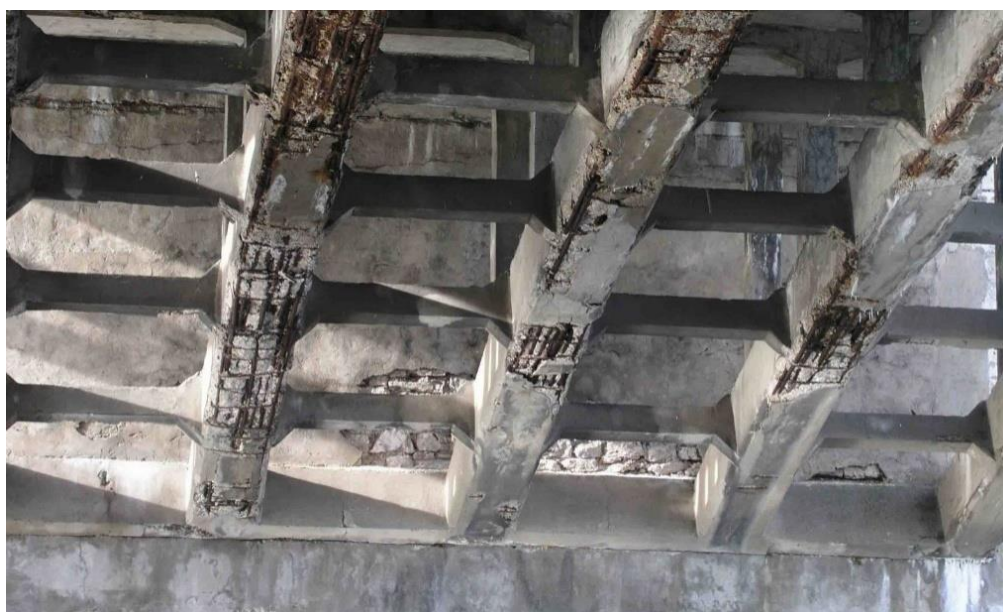


Рис. 2. Не соблюдение защитного слоя бетона.

Для устранения некоторых причин, влияющих на устойчивость и долговечность конструкции, а также для удобства обследования зданий, применяются специальные приборы, предназначенные для обследования бетонных конструкций. Сравним три различных модели, основные характеристики приборов представим в виде таблицы 1. [5]

Таблица 1.

Прибор	Proceq GPR Live – портативный георадар	Ультразвуковой дефектоскоп А1220 МОНОЛИТ	Система Hilti PS 1000 X-SCAN
Метод	георадиолокация	ультразвуковое излучение	излучение радиоволн
Позволяет определить	толщина защитного слоя, диаметр и положение арматурных стержней	прочности бетона, для дефектоскопии, контроля качества бетонирования, определения глубины поиска арматуры в бетоне	расположение верхнего и нижнего слоев арматуры, металлических и пластиковых трубопроводов, стекловолоконных кабелей
Диапазон измерения слоя	До 70 мм	От 100 до 2150	до 400 мм
Точность	-	± 30 мм	±10 мм
3D визуализация	Только на месте	нет	да

По представленным параметрам выделим лидера по толщине измеряемого слоя, точности, и измерению, накоплению и обработке данных. Рассмотрим подробнее систему PS 1000 X-SCAN, разработанную компанией Hilti. Функционирует прибор с помощью излучения радиоволн. Встречая препятствие на своем пути, волны отражаются и передают сигнал обратно прибору. Такая технология позволяет определять расположение не только верхнего, но и нижнего слоев арматуры, металлических и пластиковых трубопроводов, стекловолоконных кабелей, пустот и деревянных компонентов в конструкциях из сухого бетона.



Рис. 2. Система PS 1000 X-SCAN при сканировании конструкции

Помимо рабочего блока есть устройство для просмотра исследуемого объекта на месте, что сокращает время для обработки информации и принятия решений по устранению критических ситуаций. Отображение результатов обследования можно просматривать в 2D и 3D форматах, а также сечение объектов. Качественная визуализация позволяет сканировать сотни квадратных метров бетона на один день, что безусловно повышает точность обследования и сокращает время обследования, проводимое другими приборами с технологией ультразвукового излучения и на основе радиоволн, но без возможности вывода объекта в реальном времени. Также есть программное обеспечение для дальнейшего исследования, оценки и записи данных.[4]

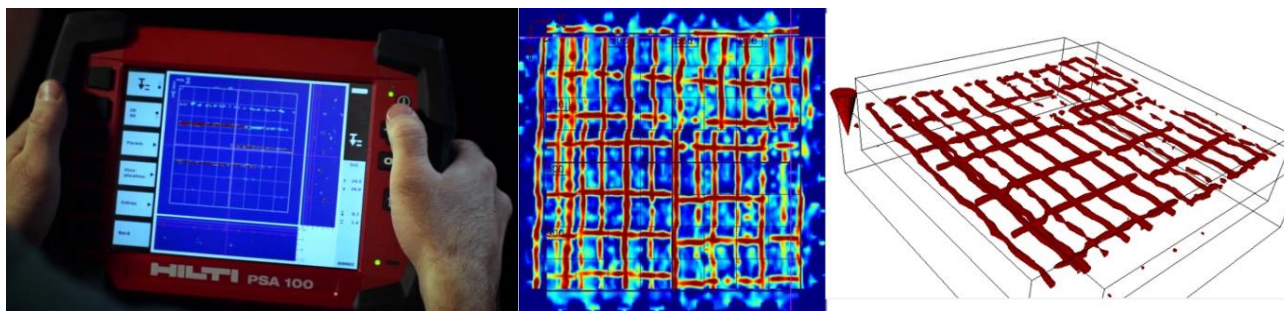


Рис. 3. Система PS 1000 X-SCAN. Отображение результатов обследования в 2D и 3D форматах

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Применения сканера для бетонных конструкций позволяет обнаружить корректное расположение арматуры и других скрытых объектов, а следовательно, провести более точный анализ конструкций и выявить причину аварийности здания при ремонте или непригодность конструкции при непосредственном ее возведении. Прибор позволяет распознать в том числе расположение арматурных стержней с частым шагом, к примеру, 50 мм, в то время как другие системы распознают одно цельное пятно. Точность глубины измерения *PS 1000 X-SCAN* зависит от диэлектрической проницаемости бетона, которая настраивается в зависимости от влажности конструкции. [6]

Рассмотрим ситуацию, при которой необходимо определить армирование колонн и ригелей. В этом случае обследователи обычно используют перфоратор, чтобы снять часть бетонной конструкции, и смотрят арматурные стержни на ее торцах. Так же и в случае с ригелем. Затем это место восстанавливают. Следовательно, на период проведения работ по обследованию некоторые помещения должны быть закрыты, что не очень нравится арендатору или собственнику. Кроме того, стоит учесть тот фактор, что не все колонны и ригеля можно так обследовать, как следствие ограниченные объемы изысканий, инженеры не получают полную картину по всему зданию. В свою очередь, при сканировании появляется доступ ко всем конструкциям без их разрушения.

Данный метод обследования позволяет получить больше информации об объекте и повысить точность обследования, при этом оказывая меньше негативного влияния на саму конструкцию.



Рис. 4. Работы, проводимые с помощью системы PS 1000 X-SCAN

ВЫВОДЫ

Изучив статистику ежегодного увеличения объемов аварийного жилья в России, можно сделать вывод, что поиск современных методов оценки состояния несущих конструкций является наиболее актуальной задачей современного строительства. В качестве экономии средств и ресурсов, сохранения исторической ценности объектов применяются неразрушающие методы обследования зданий. Автором был проведен анализ трех наиболее популярных приборов для изучения конструкций здания неразрушающими методами и выявлен наиболее точный и удобный в плане обработки информации прибор *PS 1000 X-SCAN*. Данное устройство уже применяется при оценке состояния плит перекрытий, стен, балконов зданий, в таких сооружениях как мосты, туннели, любые другие подземные конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермошенко Н.С. Современные методы обследования зданий городской застройки // Тенденции развития науки и образования. 2017. № 24-2. С. 26-27.
2. Ильин И.С., Карпик Д.С., Никифоров Э.А., Бардин Е.С. Анализ результатов обследования здания // Academy. 2017. № 4 (19). С. 28-29.
3. Крупников В.И. Ультразвуковой метод обследования железобетонных конструкций здания // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). 2012. С. 295-296.
4. Ильин И.С., Карпик Д.С., Никифоров Э.А., Бардин Е.С. Процесс обследования зданий // Современные инновации. 2017. № 4 (18). С. 16-17.
5. Официальный сайт - Hilti Россия [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.hilti.ru>.
6. Абакумов П.А. Обследование несущих конструкций зданий и сооружений // Вологодские чтения. 2004. № 38-2. С. 260-262.

WATER EXCHANGE RESEARCH FOR SEMI-ENCLOSED PORT AREAS

A.Y. Krukovets¹, I.G. Kantarzhi²

¹student, krukovec97@mail.ru

²Prof., Dr. Sc. kantardgi@yandex.ru

^{1,2}Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26

Abstract

Subject of research: the article deals with the issues of water exchange in semi-closed port waters. Mathematical modeling of water exchange processes inside the projected construction object is considered on the example of the water area of the Gelendzhik Bay. We accept the most unfavorable conditions of water exchange in the area of the construction site. We consider two design configurations for the Gelendzhik Bay. The first is the distribution of depths in the absence of port facilities; the second is in the presence of the projected construction object. The model is adapted for calculating flow fields, temperature, and salinity.

Objective: to assess water exchange processes within the planned construction sites and the impact of the construction site on water exchange.

Research method: systematization of materials and information, mathematical modeling, analysis.

The result of the work: the construction Object in the semi-closed port water area affects the area adjacent to the port facilities. The size of the perturbation area from the circulation is assumed to be equal to half the size of the object. Water exchange in semi-closed port waters is three-dimensional and depends on the wind direction. The deterioration of the water quality inside the semi-closed water area may be insignificant.

INTRODUCTION

During the construction and operation of hydraulic structures, environmental safety requirements must be met. The desire to improve the reliability of existing and under construction structures should not have a negative impact on the environment. It is necessary to strive to achieve economic efficiency by reducing costs as a result of minimizing repair work.

Information about water exchange processes provides a choice of rational planning and design of hydraulic structures in the water area of the infrastructure complex.

A significant number of works are devoted to the study of water exchange in semi-enclosed water areas and ensuring the necessary water quality in them. Natural coastal areas with limited water exchange are bays and bays. [1]

Let's consider the water exchange of a semi-closed water area on the example of a complex of coastal and marine infrastructure in the seaport of Gelendzhik (objects of Federal property). To do this, we will assess the water exchange processes within the planned construction site and the impact of the construction object on the water exchange of the Gelendzhik Bay.

MATERIALS AND METHODS

Technology for mathematical modeling of water exchange processes

Water exchange in most cases practical tasks are essentially three dimensional in nature so for an accurate forecast of changes in water quality in a semi closed environment water areas need to model a three- dimensional field of currents.

The SELFE hydrodynamic model (Semi-implicit Eulerian–Lagrangian Finite Element) is intended for modeling coastal processes and calculating hydrodynamic fields in coastal zones of seas, lakes and estuaries. The model was developed by an international team with the participation of authors [6-8] and has been widely used in engineering and environmental problems [2-4] the Documentation of the model, examples of model applications and a list of publications using the model is publicly available on the site [10].

The model calculates three components of velocity, temperature, salinity, and free surface fluctuations. The model uses a generalized turbulence model that can be used in $k-\varepsilon$, $k-\omega$, $k-kl$ variants. The model can work both in the sigma system of vertical coordinates to accurately describe the bottom relief, and in the z-system, when the Sigma system cannot be used because of the large slopes of the bottom. The model can use a mixed coordinate system: the z-system in deep layers, and the Sigma system in the shallow part of the area (Figure 1).

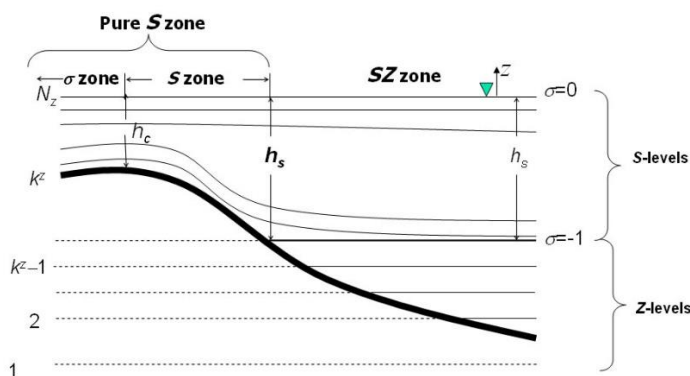


Fig. 1. A mixed system of vertical coordinates

The main variables of hydrodynamics are the three components of velocity (u, v, w), temperature T , salinity S and fluctuations of the free surface η . The assumption of hydrostatic pressure P and incompressibility of the liquid is used.

The model uses the finite element method on unstructured triangular grids to solve a system of equations. This allows you to accurately set the boundaries of the calculation area and increase or decrease the resolution of the calculation grid in places where more or less detail is required. The model uses a semi-implicit numerical scheme over time and a mixed Euler-Lagrangian approach in calculating the inertial terms of equations.

Mathematical modeling of water exchange processes inside the projected construction object

Mathematical modeling is used to assess the impact of the projected object of a given structure configuration on the flow and study of water exchange processes in semi-enclosed water areas. As a semi-closed water area, we consider The Gelendzhik Bay. Area of projected port facilities – 115205M^2 . Volume of water inside the port is $V=567821\text{M}^3$. Calculations are performed for the selected summer period July-August 2010 based on the specified values of meteorological parameters.

We define modeling parameters and input data for the calculation. To model the flow fields, select the area that covers The Gelendzhik Bay. The calculated grid consists of 6259 nodes. The grid includes 12022 elements. The dimensions of the sides of the elements vary from 9 m at the entrance to the port to 90 m at the entrance to the Bay. Vertically, a Sigma coordinate system is used, including 11 levels. Calculations are performed using a hydrostatic version of the SELFE model with a time step of 10C. the turbulence model is used in the calculations. At the entrance to

The Gelendzhik Bay, we set the radiation conditions for the velocity, level, temperature, and salinity fields.

We consider two calculated configurations of depth distribution: before construction (Scenario 1) and if there is a projected construction object (Scenario 2).

Figure 2 shows the modeling area and depth distribution for the port complex being designed, based on digital maps.

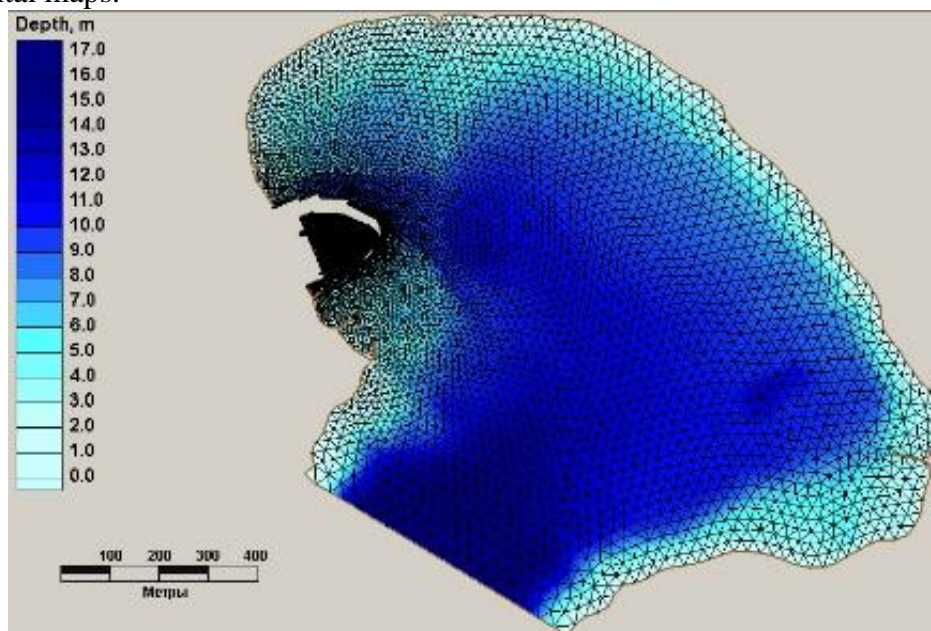


Fig.2. Calculation grid and depth map in Gelendzhik Bay in the presence of the projected construction object (Scenario 2).

For modeling and calculation based on the analysis of the archive of meteorological data for 1991 – 2011 from the ERA-interim database of the European center for medium-term weather forecasts [9] for July-August, the extremely warm year 2010 was selected (Figure 3.2). It is assumed that the most unfavorable weather conditions for water exchange in the construction site during this period. During this period, the wind rose for July-August 1991-2011 is dominated by northerly winds (Figure 3.3). Graphs of the time course of the zonal and meridional components of wind speed at an altitude of 10 m are presented (Figures 3.4-3.5). The time course of humidity and cloud cover used to calculate the thermal balance in the simulation is shown in figures 3.6-3.7.

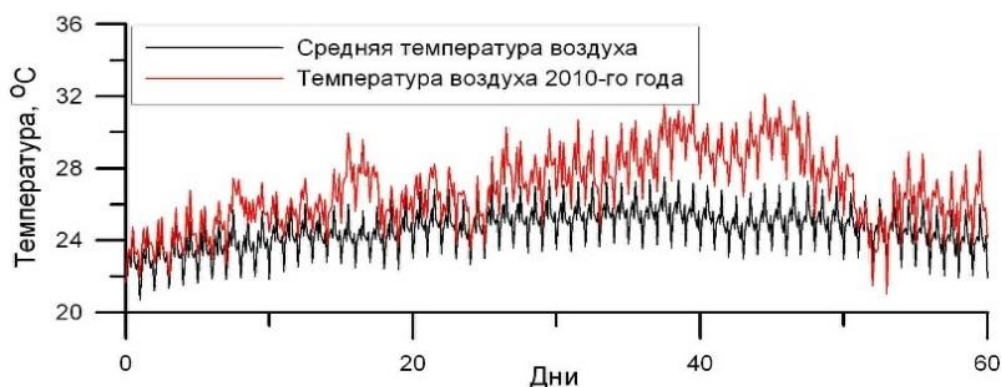


Fig. 3.1 The average temperature for the period July-August 1991-2011, and the air temperature for this period in 2010

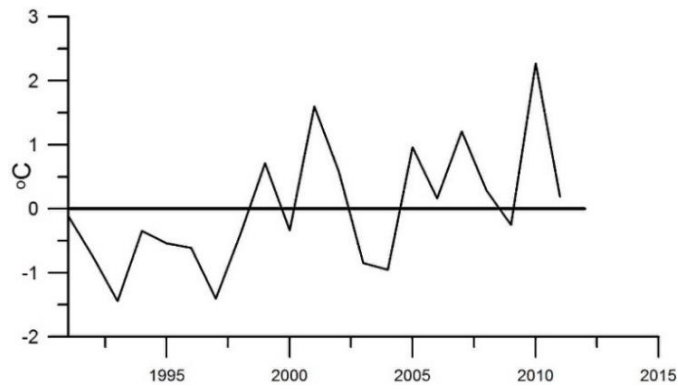


Fig. 3.2 Deviation from the average temperature for July-August 1991-2011 according to ERA-interim data

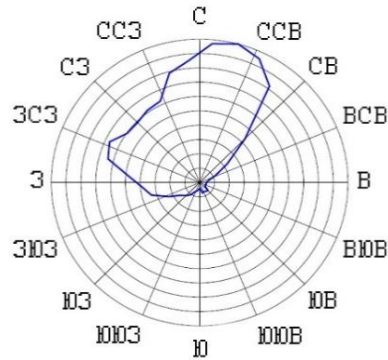


Fig. 3.3 Wind rose for July-August 1991-2011

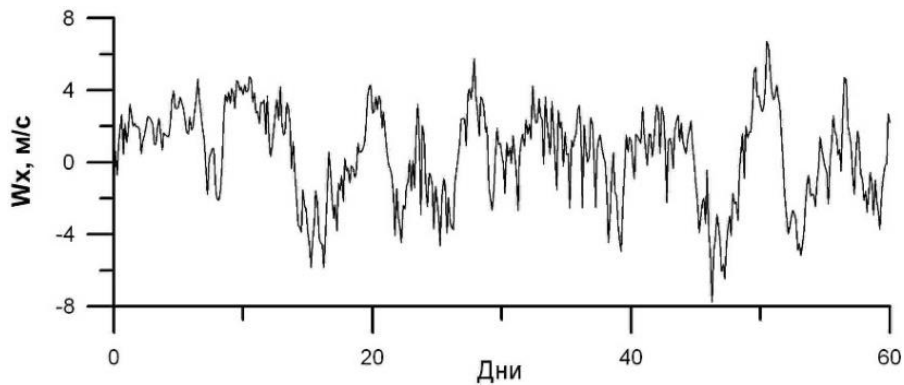


Fig. 3.4 Meridional W_x wind speed components for the period July-August 2010

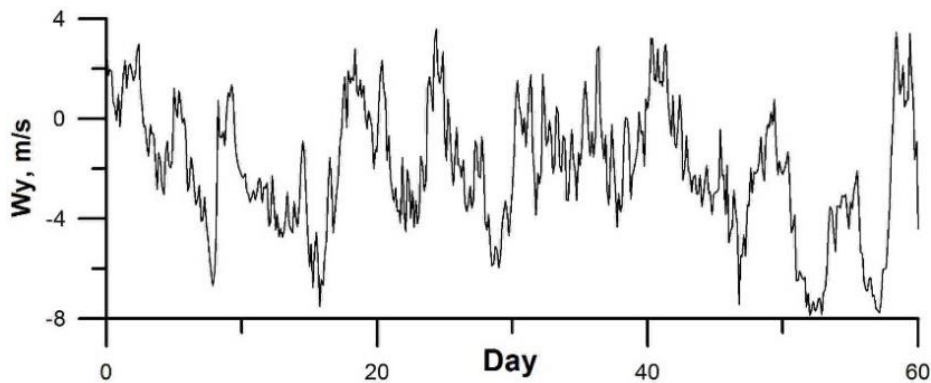


Fig. 3.5 Meridional W_y wind speed components for the period July-August 2010

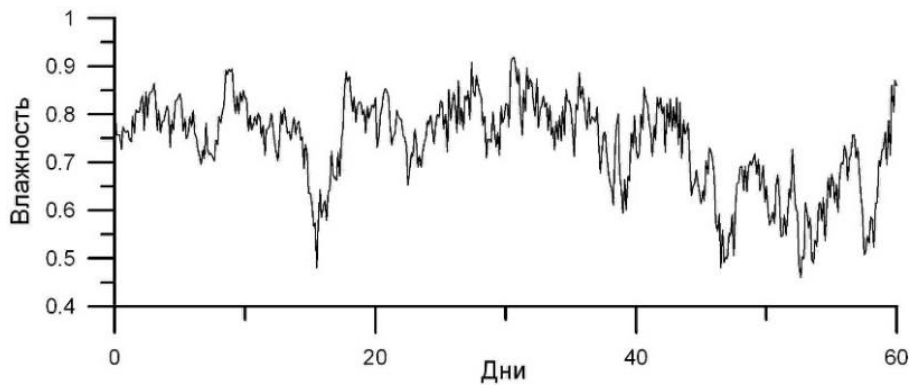


Fig. 3.6 Relative humidity for the period July-August 2010

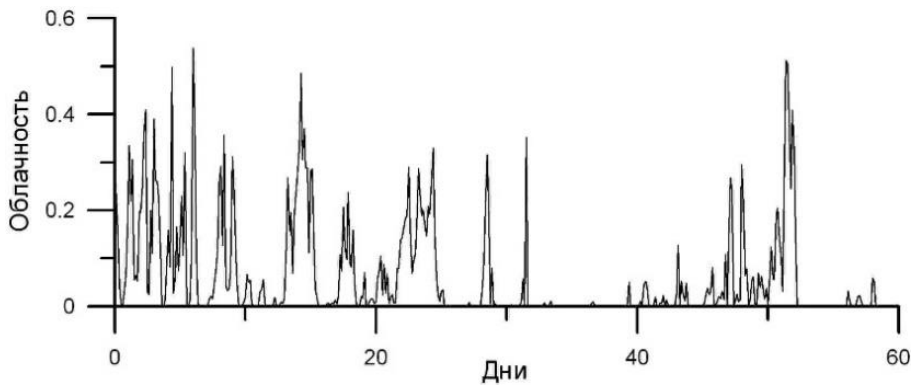


Fig. 3.7 Cloud cover for the period July-August 2010

Water exchange is calculated for the vertical section of the port gate shown by the red line in Fig. 4. The cross-section length is 57 meters, the maximum depth is 5.7 meters.

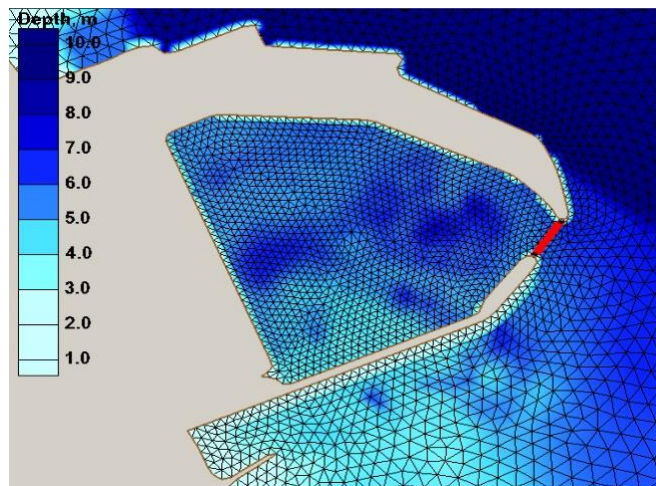
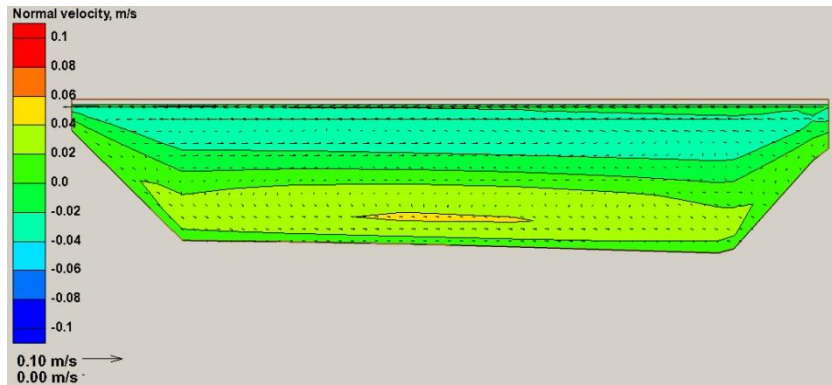
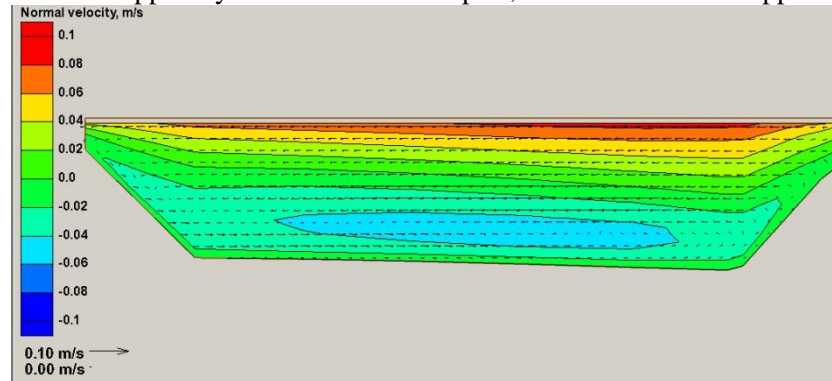


Fig. 4. Position of the vertical section for calculating water exchange with the port

In figure 4.1 examples of circulation at the entrance section to the port are given for two typical wind directions in the Gelendzhik Bay. The arrows indicate the circulation along the flow plane, and the color indicates the normal velocity component to the cross-section. Positive values indicate the flow of water from the port.



a). The flow in the upper layer is directed to the port, in the lower-in the opposite direction



b) The flow in the lower layer is directed to the port, in the upper layer-in the opposite direction

Fig. 4.1. Vertical cross- sections of the velocity field at different times

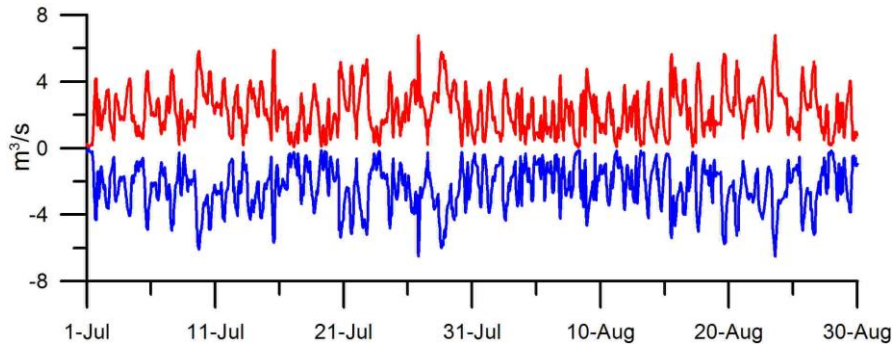


Fig. 4.2. Water exchange through the section at the entrance to the port. The red curve is the flow directed from the port, and the blue curve is the flow directed to the port

The flow (inflow and outflow) of water through the vertical section at the entrance to the port is shown in figure 4.2. Average water exchange rate $Q_e = 2.21 \text{ m}^3 \text{ c}^{-1}$. Average water exchange time T_e (water updates in the port area) is determined by the rate of water exchange Q_e and the volume of water in the port basin V :

$$T_e = \frac{Q_e}{V} \quad (4.1)$$

$T_e = 2.97$ days in summer conditions characterized by relatively weak wind circulation.

Calculations have shown that water exchange is essentially three-dimensional: depending on the wind direction, water flows in, or flows out in the upper layer and flows out or flows in the lower layer. The construction of the port will lead to changes in circulation both inside the

construction site and in the Gelendzhik Bay. This will change the three-dimensional structure of currents, temperature, and salinity.

RESEARCH RESULT

This section presents the results of evaluating the impact of the construction object of a given configuration of structures on the water exchange of the Gelendzhik Bay using mathematical modeling. For rice. 5.1 the distribution of the vector of the average speed difference between Scenario 1 (without projected port facilities) and scenario 2 (if there are port facilities)

$$\delta\vec{V} = \frac{\sum \delta\vec{V}_i}{n} \quad (5.1)$$

n - the number of calculated nodes in Scenario 2.

As can be seen from Fig. 5.1-5.2, the impact of the construction object on the circulation in the Gelendzhik Bay is limited to a relatively small area adjacent to the port facilities. In summer wind conditions, the area of influence of structures is relatively smaller to the North of the projected object and more to the South. At a distance of 0.1 km to the North, the speed difference fades 5 times, while to the South, the speed difference fades 5 times at a distance of 0.2 km. This means that changes in circulation and lithodynamics will be limited to the area adjacent to the construction site (Fig. 5.2). These changes may have the character of local cycles in the vicinity of the construction site (Fig. 5.1-5.2), although their intensity will be small (about several cm s^{-1}).

The estimate (5.1) describes changes in the average circulation characteristics (modulus and direction) and does not take into account the variability of the wind circulation, which can be taken into account by estimating the mean square values of the velocity difference field between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities)

$$\delta\vec{V}_{rms} = \sqrt{\frac{\sum |\delta\vec{V}_i|^2}{n}} \quad (5.2)$$

Figures 5.3-5.4 show the field of standard values of the speed difference field between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities). As can be seen from figure 5.3-5.4, the impact of the construction object on the circulation in the Gelendzhik Bay, as well as in Fig. 5.1-5.2, limited to a relatively small area adjacent to the port facilities. The distance at which the construction object will affect the currents in the Gelendzhik Bay can be estimated approximately as half the size of the object itself.

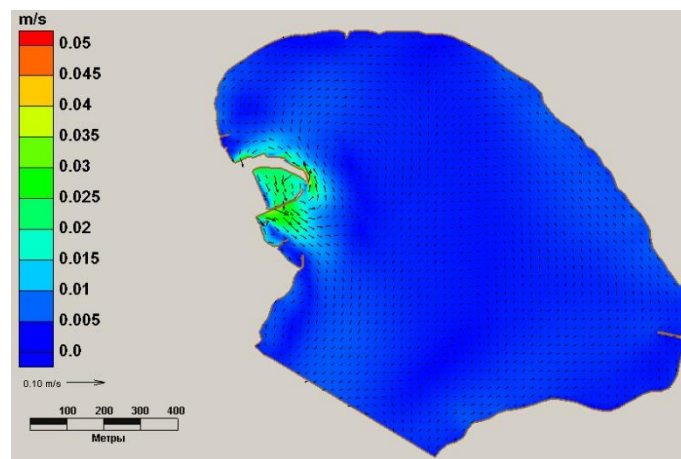


Fig. 5.1 The field of the vector of the average speed difference on the surface between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities)

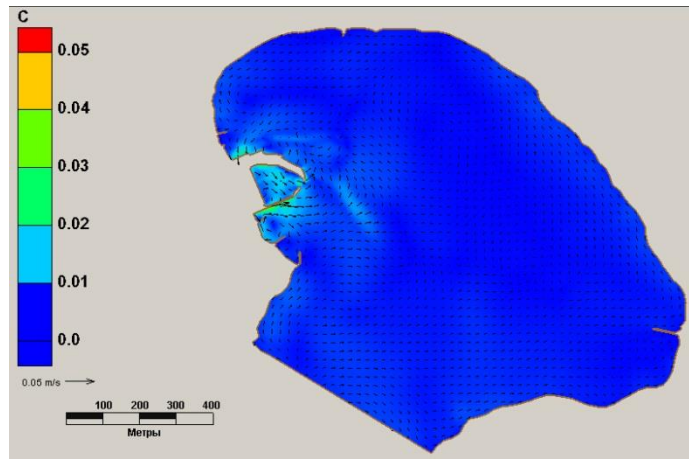


Fig. 5.2 The field of the vector of the average speed difference at the bottom between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities)

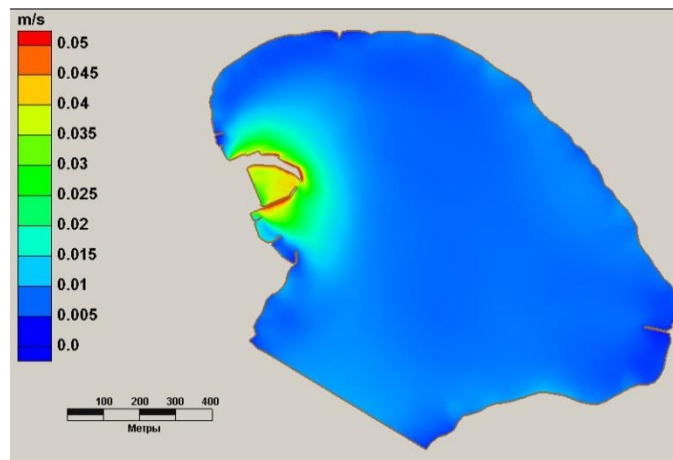


Fig. 5.3 The field of standard values of the speed difference field on the surface between $\delta\vec{V}_{rms}$ Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities)

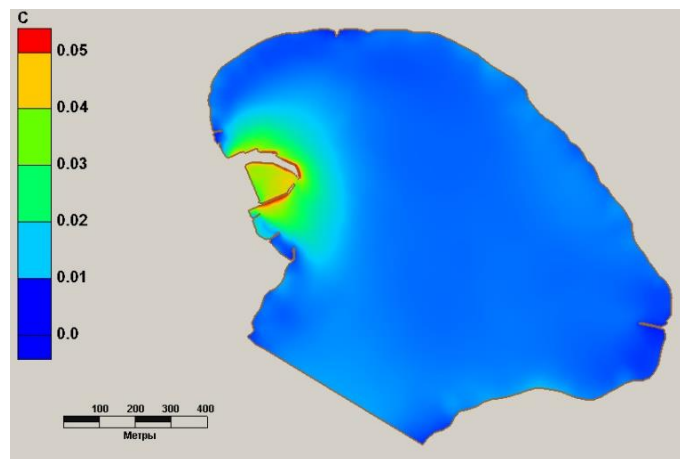


Fig. 5.4 The field of mean square values of the field of speed difference at the bottom $\delta\vec{V}_{rms}$ between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities)

A characteristic indicator of possible changes in the ecological state of the Gelendzhik Bay is the temperature changes after the construction of the construction object. Figure 5.5 the field of the average surface temperature difference between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities) is given. It shows that the temperature changes do not exceed 0.05 °C except for a small area inside the construction site where the average temperature increase reaches 0.15 °C.

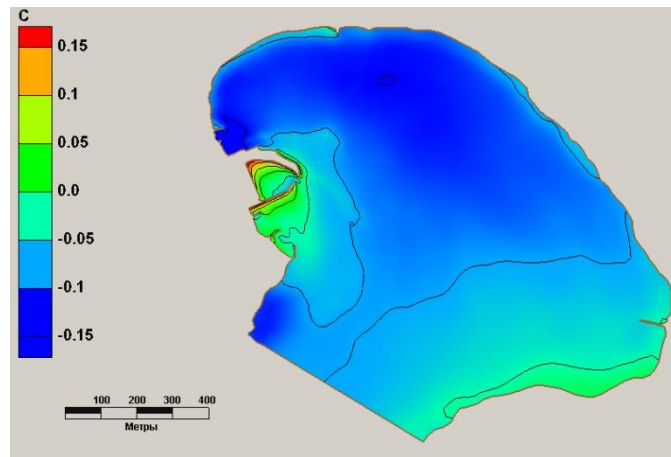


Fig. 5.5 Field of average surface temperature difference between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities)

CONCLUSIONS

Mathematical modeling methods are used to evaluate water exchange processes within the projected construction object and to investigate the effects of the construction object on water exchange in semi-enclosed water areas. The open-source hydrodynamic model SELFE, which is a finite-element three-dimensional hydrostatic baroclinic model designed for modeling coastal processes, is used for simulation. The model is adapted for calculating the flow fields, temperature, and salinity for two design configurations: the depth distribution before construction (Scenario 1) and if there is a projected construction object (Scenario 2). Modeling and calculations were carried out under the most unfavorable weather conditions for water exchange in the area of the construction site. According to [9] for 1991-2011, the ERA-interim database selected the period of July-August of extremely warm 2010.

General conclusions on the processes of water exchange in semi-closed water areas are made on the basis of consideration of water exchange processes in the water area of the Gelendzhik Bay.

The results of calculating the distribution of the average velocity difference vector between Scenario 1 (without projected port facilities) and Scenario 2 (if there are port facilities) showed that the impact of the construction object on water circulation is limited to a small area adjacent to the port facilities. In summer wind conditions, the area of influence of structures is relatively smaller to the North of the projected object and more to the South. Calculations of the mean square field of the velocity difference field between Scenario 1 and Scenario 2 also demonstrate that the impact of a construction object on circulation in a semi-enclosed water area is limited to a relatively small area adjacent to port facilities. The distance at which the construction object will affect the flow of semi-enclosed water areas can be estimated approximately as half the size of the object itself.

The projected construction object introduces disturbances in the circulation of the semi-closed water area for about half the size of the object itself. At the same time, an acceptable rate of water exchange with the water area is maintained. A slight change in temperature is observed in a small area inside the construction site. The water exchange in semi-enclosed waters, three-dimensional: depending on the wind direction the water flows in or flows out in the upper layer and flows out or

flows in the lower layer. The average time of water exchange (renewal of water in the port area) is determined by the speed of water exchange and the volume of water in the port basin. The time of water exchange indicates the nature of wind circulation, and therefore the ventilation of water inside the port. When constructing facilities in semi-enclosed water areas, only a slight deterioration in the water quality inside the construction site is possible.

REFERENCE

1. *Kantardgi I.G., Maderich V.S.* Water quality protection in the coastal artificial water areas // Magazine of Civil Engineering, №2, 2013, 75-80.
2. *Бровченко И. А., Мадерич В.С., Терлецкая Е.В.* Численное моделирование трехмерной структуры течений в районе глубоководных каньонов восточного побережья Черного моря. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, -2011.-7 (2), 47-53.
3. *Bertin, X., Oliveira A., Fortunato A.B* Simulating morphodynamics with unstructured grids: Description and validation of a modeling system for coastal applications. // Ocean Modelling, -2009, -28(1-3), 75-87.
4. *Burla, M., A. M. Baptista, Y. Zhang, and S. Frolov* Seasonal and interannual variability of the Columbia River plume: A perspective enabled by multiyear simulation databases // J. Geophys. Res., -2010.-115, C00B16.
5. *Pinto L., Fortunato A.B., Zhang Y., Oliveira A., Sancho F.E.P.* Development and validation of a three-dimensional morphodynamic modeling system for non-cohesive sediments. Ocean Modelling, 2013, 61, 1-14.
6. *Roland A., Zhang Y.B., Wang H.V., Meng Y., Teng Y.-C., Maderich V., Brovchenko I., Dutour-Sikiric M., Zanke U.* A fully coupled 3D wave-current interaction model on unstructured grids. // J. Geophys. Res. 2012
7. *Roland A., Zhang Y.J., Wang H.V., Meng Y, Teng Y.-C., Maderich V., Brovchenko I., Dutour-Sikiric M., Zanke U.* A fully coupled 3D wave-current interaction model on unstructured grids. // J. Geophys Res., -2012,-117, C00J33, p.1-18 doi:10.1029/2012JC007952
8. *Zhang, Y.-L. and Baptista, A.M.* SELFE: A semi-implicit Eulerian-Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation // Ocean Modelling, 2008, 21(3-4), 71-96
9. http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim_full_daily/
10. <http://www.stccmop.org/CORIE/modeling/selfe/>
11. *Kantardgi I.G.* Natural mechanisms for flushing semi- closed coastal waters. Assessment of typical coastal protection structures // Water management, ports and port facilities, construction objects on the shelf // SB. nauch. tr. Moscow: Moscow state University of Civil Engineering . Association of universities of civil eng. 2004 Pp. 35-39.
12. *Kantardgi I.G.* Natural mechanisms for washing semi-closed coastal waters. Use of threedimensional and two-dimensional numerical models // Water management, ports and port facilities, construction objects on the shelf. Sat. nauch. tr. Moscow: Moscow state University of Civil Engineering . Association of universities of civil eng. 2004 Pp. 40-43.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM – ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

С.В. Сабенина

студентка, svetlana8296@mail.ru

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Ярославское шоссе, д.26

Аннотация

Предмет исследования: применение BIM – моделирования для проектирования различных систем противопожарной защиты.

Цели: исследование процесса создания проекта системы противопожарной защиты в виде информационной модели, анализ опыта в использовании BIM – технологий.

Материалы и методы: анализ теоретических источников, описывающих использование BIM – технологий для создания проекта.

Результаты: рассмотрены основные виды систем, для проектирования которых возможно применение BIM – технологий, описано наиболее популярное программное обеспечение, приведены плюсы и минусы использования данного способа проектирования, исследована возможность внедрения изучения в образовательных учреждениях различного ПО для BIM – моделирования.

Выводы: полученные результаты исследования показывают, что применение информационного моделирования для проектирования систем противопожарной защиты развито недостаточно широко, но набирает обороты. Данное исследование может подтолкнуть специалистов к освоению нового программного обеспечения для ускорения процесса проектирования и увеличения своей востребованности на рынке работодателей.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно поручению Президента Российской Федерации Владимира Владимировича Путина от 19 июля 2018 года необходимо в срок до 1 июля 2019 года в целях модернизации строительной отрасли обеспечить внедрение систем информационного моделирования, т. е. BIM – технологий.

Building Information Modeling (BIM) – данное словосочетание переводится на русский язык как информационное моделирование здания. Оно обозначает совокупность действий и работ по управлению жизненным циклом здания, с начального этапа – проекта и заключительного – демонтажа. BIM технологии включают в себя стадии проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта здания или иного сооружения. BIM является технологической платформой, позволяющей объединить разные программы и инструменты, что позволяет удешевить процесс моделирования, упростить процессы визуализации будущего объекта. BIM используется всеми участниками строительного процесса: владельцами, проектировщиками, строителями, подрядными компаниями, эксплуатационными компаниями.

Отдельной и очень важной отличительной особенностью данной технологии является единое информационное пространство, база данных, которая содержит весь пакет информации о характеристиках здания. Благодаря точной проработке модели, описанию всех деталей, данная технология дает возможность проводить различные расчеты, анализы, симуляции (при обычном проектировании для каждого расчета нужно выполнить отдельную

работу). Ясно, что применение технологии BIM, намного упрощает проведение симуляции всего жизненного цикла здания, а полученные результаты можно затем использовать для корректировки проекта, получая в итоге более качественное решение.

Основными принципами BIM – проектирования являются:

- создание 3D модели;
- автоматическое получение чертежей;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- наборы проектных данных, соответствующие объектам;
- распределение процесса строительства по временным этапам.

С каждым годом во всем мире растет количество специалистов всех специальностей, которые уходят от стандартных инструментов проектирования, например программного обеспечения AutoCad компании Autodesk, и отдает предпочтение проектированию с помощью BIM-технологий. Поэтому вопрос возможности применения информационного моделирования не только для создания архитектурной части проектирования здания, но и для проектирования систем защиты, является достаточно актуальным.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

С целью исследования данного вопроса были изучены нормативно – законодательные акты, государственные стандарты, большинство из которых являются аналогами международных стандартов в области информационного моделирования [1 – 5].

Плюсы и минусы, этапы создания проекта, а также популярность BIM – проектирования рассмотрена в статье Лустиной О. В., Бикбаева Н. А., Купечков А. М. [6]. Современные принципы и методы моделирования, проектирования и управления реализацией строительных технологий, включая большую группу бизнес – процессов представлены в монографии авторов Теличенко В.Т, Лapidуса А.А., Морозенко А.А., Короля Е.А., Сборщикова С.Б., Дмитриева А.Н. [7]. Риски, связанные с переходом к информационному моделированию описаны в статье Зуевой С.В. и Кривоногова С. В.[8]. Описание разработки методики для подготовки информационной модели для передачи её в службу эксплуатации показано в статье авторов Рыбина Е.Н., Амбаряна С.К., Аносова В.В., Гальцева Д.В. и Фахратова М.А.[9]. Новые методики внедрения информационного моделирования в инвестиционно–строительном комплексе предложены авторами Гришиной Н. М. и Мицко Д. И. [10]. Специфика отечественного применения BIM – технологий описана в статье Панчева А. В. [11]. Основные принципы и особенности BIM – технологий описаны в статье Савченко Р. Н. [12]. В статье Анахина Н. Ю., Грошева Н. Г., Оноприйчука Д. А. рассмотрены преимущества и недостатки применения современных BIM технологий, а также описаны современные программные комплексы, используемые в современном мире для проектирования BIM моделей[13]. Перспективные направления применения информационного моделирования в эксплуатации зданий и сооружений представлены в статье Плотникова А. Д. и Кустиковой Ю. О. [14]. Вопрос внедрения BIM – технологий в промышленное и гражданское строительство в России рассмотрен в статье Равенкова Е. Д. [15]. Об уровне применения информационного моделирования в России рассказывается в статье Акимовой Е.М. и Кисель Т. Н. [16]. Аспекты разработки образовательных программ в области BIM – технологий с учетом работодателей показаны в статье Мищенко Е. Г., Монастырева П. В. и Евдокимцева О. В. [17]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения вопроса был использован метод анализа литературных источников, затем сбор опыта в применении современного программного обеспечения на различных форумах, а

также на сайте организаций, осуществляющих производство противопожарного оборудования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Существует несколько программ для BIM – моделирования, которые могут быть применены для проектирования систем противопожарной защиты. К ним относятся Allplan, ArchiCAD, Renga и Revit.

Программа Allplan изначально создавалась для разработки проектов строительных конструкций. Затем была добавлена возможность выполнения в этой программе остальных разделов. Программа отличается удобным интерфейсом и простотой освоения.

Программа ArchiCAD изначально была разработана для архитекторов, поэтому ее функционал способствует эффективной работе при создании архитектурной части проекта, получение качественной визуализации. Данная программа значительно уступает в эффективности при создании модели инженерных систем.

Renga является российским аналогом программы для проектирования по технологии BIM. Программу была создана в связи с политикой импортозамещения. Данное программное обеспечение изначально создавалось для моделирования. Несмотря на успешное развитие данной программы, на данный момент она недостаточно доработана, но постепенно совершенствуется.

Наиболее используемым программным обеспечением является Revit, разработанное компанией Autodesk. Revit позволяет создать согласованную, полностью скоординированную модель здания и выпустить соответствующую документацию. Это позволяет сократить количество ошибок, простоев на стройке, улучшить понимание между заказчиком, проектировщиком, строителем.

Revit обладает некоторыми особенностями, выгодно отличающими его от AutoCad, к этим особенностям относятся:

- наличие среды разработки концепции проекта;
- возможность совместного использования Revit и Insight, позволяющая рассчитать энергопотребление здания;
- создание отношений параметрического моделирования;
- возможность совместной работы нескольких проектировщиков над одним проектом;
- создание спецификаций, количественных характеристик и ведомостей материалов для определения количественных характеристик и анализа компонентов и материалов.

В общем случае, процесс создания проекта в Revit состоит из следующих этапов:

- создание и подготовка моделей компонентов зданий, систем и конструкций;
- само моделирование зданий, конструкций и различных систем;
- оформление спецификаций и условных обозначений;
- заключительное оформление чертежей.

С применением Revit можно проектировать такие системы противопожарной защиты, как внутренний противопожарный водопровод, система автоматического водяного, порошкового и газового пожаротушения, система дымоудаления, система охранно – пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией людей о пожаре.

При проектировании систем противопожарной защиты основными положительными чертами Revit являются:

- автоматическое создание спецификации, а также отображение в ней изменений, внесенных на планировке;
- отображение изменений в проекте, внесенных специалистами смежных разделов;

- автоматическое изменение экспликации помещений;
- возможность отображения всей системы в 3D, для нахождения возможных стыков со смежными системами и устранение данных ошибок.

Основными плюсами использования BIM – технологий являются:

- Снижение уровня незапланированных затрат;
- Увеличение точности расчета стоимости проекта;
- Значительное сокращение времени формирования сметной документации;
- Экономия до 10% от стоимости контракта за счет повышения качества проекта и устранения ошибок и неточностей.

Помимо плюсов, проектирование с помощью BIM–технологий имеет также существенные минусы, к ним относятся:

- сложность работы в единой информационной системе;
- высокая стоимость программного обеспечения;
- время, затраченное на переподготовку кадров (чаще всего инженерный персонал обучен работе в AutoCad).

Весомым недостатком для проектирования систем противопожарной защиты является отсутствие полной базы семейств для проектирования. Из–за этого возникает необходимость использовать сторонние источники информации. На данный момент в Российской Федерации библиотека семейств имеется у известных компаний, таких как ТД «Рубеж» и ЗАО НВП «Болид». Данные компании помимо создания библиотек семейств, также активно сотрудничают с пользователями, отвечают на вопросы и постоянно совершенствуют модели и описание приборов. Так для простоты освоения проектирования с помощью оборудования ТД «Рубеж», компанией был создан интернет урок, описывающий процесс создания проекта автоматической пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, автоматической установки порошкового пожаротушения, системы контроля и управления доступом. Также в уроке описывается автоматическое создание таблицы условных обозначений, спецификации и электротехнического расчета.

В ЗАО «НВП» Болид при создании модели используют три уровня детализации. Пример модели для Revit пульта контроля и управления охранно – пожарного «С2000М» производства компании ЗАО НВП «Болид» при различных уровнях детализации представлен на рисунке 1.

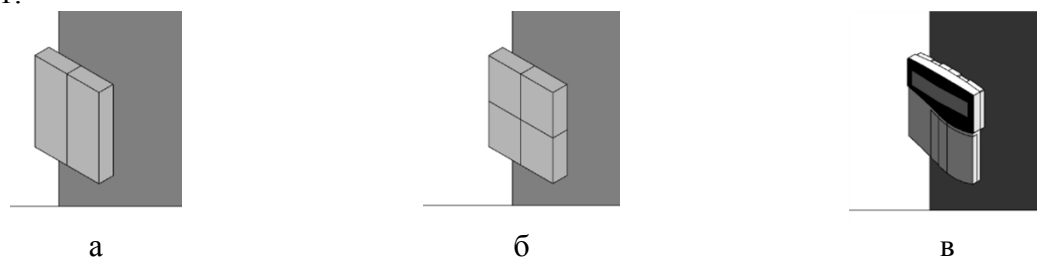


Рис. 1. BIM – модель для Revit ПККУ «С2000М» в 3D: а) условное обозначение, б) средний уровень детализации, в) высокий уровень детализации

Недостаток информации, моделей, семейств при BIM – моделировании позволяет компаниям – производителям оборудования, а также проектным организациям, конкурировать друг с другом на рынке посредством создания новых или дополнения/совершенствования уже существующих баз данных. Это ведет к развитию BIM – технологий.

Отдельным вопросом необходимо отметить необходимость внедрения изучения BIM – проектирования в образовательных учреждениях. На данный момент существует небольшое

количество вузов, которые практикуют преподавание BIM – моделирования для студентов отдельных специальностей. Но очевидно, что введение предмета проектирования с помощью информационного моделирования необходимо для всех специальностей, для того чтобы росло количество инженеров, способных спроектировать информационную модель всех систем здания. На данном этапе студенты вынуждены сами изучать необходимое ПО с помощью дополнительных курсов, либо интернет – уроков от специалистов в данной области.

ВЫВОДЫ

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что использование BIM-технологий имеет множество положительных особенностей, которые перевешивают минусы данного метода создания проекта. Но, несмотря на это на данный момент еще нет такого программного обеспечения, которое бы обеспечивало полноценную работу проектировщиков для всех разделов. Ведутся попытки перехода к BIM –технологиям, но это по силам в основном крупным компаниям, разрабатывающим большие объекты и готовым вкладывать финансовые и временные ресурсы на переподготовку кадров и переоснащение офисной техники. Следует ожидать, что в будущем эти организации смогут полностью перейти на технологию BIM, а затем передадут накопившийся опыт всем проектным организациям.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 57563 – 2017 /ISO/TS 12911:2012. Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений (с Поправкой). М.: Стандартиформ, 2017.
2. ГОСТ Р 57310–2016 (ИСО 29481 – 1:2010). Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат. М.: Стандартиформ, 2018.
3. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. М.: Стандартиформ, 2018.
4. ГОСТ Р 57309 – 2016 . Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов. М.: Стандартиформ, 2017.
5. ГОСТ Р 57295 – 2016. Системы дизайн – менеджмента. Руководство по дизайн – менеджменту в строительстве. М.: Стандартиформ, 2016.
6. *Лустина О. В., Бикбаева Н. А., Купчиков А. М.* Использование BIM – технологий в современном строительстве // Молодой ученый. — 2016. №15. С. 187 – 190.
7. *Теличенко В.Т, Липидус А.А., Морозенко А.А., Король Е.А., Сборщиков С.Б., Дмитриев А.Н.* Информационное моделирование технологий и бизнес – процессов в строительстве. М.: Ассоциация строительных вузов, 2008, 144 с.
8. *Зуева С.В., Кривоногов С. В.* Аспекты и перспективы развития современных информационных технологий // Карельский научный журнал. – 2015. №3(12). С. 10 – 12.
9. *Рыбин Е.Н., Амбарян С.К., Аносов В.В., Гальцев Д.В., Фахратов М.А.* BIM–технологии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость.–2019. Том 9, № 1. С. 98 – 105.
10. *Гришина Н. М., Мицко Д. И.* Разработка и внедрение BIM – стандарта: исследование методов управления в строительстве // Известия Казанского государственного архитектурно – строительного университета. – 2017. № 3 (41). С. 266–276.

11. *Панчев А. В.* Специфика отечественного применения BIM–технологии на стадии эксплуатации объектов промышленной недвижимости промышленных парков типа GREENFIELD // Экономика и предпринимательство. – 2018. № 11 (100). С. 840 – 843.
12. *Савченко Р. Н.* Основные принципы и особенности BIM технологии // Вопросы науки и образования. – 2018. № 27 (39). С. 26–29.
13. *Анахин Н. Ю., Грошев Н. Г., Оноприйчук Д. А.* BIM технологии, как основа современного объекта // Вопросы науки и образования. – 2018. № 26 (38). С. 29–31.
14. *Плотников А. Д., Кустикова Ю. О.* Перспективные направления применения BIM–технологий в эксплуатации зданий и сооружений // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Сборник материалов VI Международной научной конференции. Издательство Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Москва. – 2018. С. 108 – 111.
15. *Равенков Е. Д.* Внедрение BIM–технологий в промышленное и гражданское строительство в России // Инновационные подходы в отраслях и сферах. – 2018. Том 3, №7. С. 16–19.
16. *Акимова Е. М., Кисель Т. Н.* Уровень использования BIM–технологий в России // Степановские чтения – 2018: Экономика и управление в строительстве. Сборник докладов участников Всероссийской научно–практической конференции. Под ред. М.Ю. Мишлановой. Издательство МИСИ – МГСУ. Москва. 2018. С. 8 – 12.
17. *Мищенко Е. Г., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В.* Аспекты разработки образовательных программ в области BIM–технологий с учетом работодателей // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5–й Международной научно–практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. Издательство Першина Р. В. Тамбов. 2018. С. 385 – 391.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ И РЕМОНТЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

А.А. Шурушкин¹, А.В. Алексанин²

¹студент, *Shurushkin2012ash@mail.ru*

²научный руководитель, канд. техн. наук, доц., *AleksaninAV@mgsu.ru*

^{1,2}Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» в г. Мытищи, Московская область, г. Мытищи, Олимпийский проспект, д.50

Аннотация

В данной статье рассматриваются методы бестраншейного производства строительных работ при устройстве новых инженерных сетей, проблемы, возникающие при использовании открытого метода прокладки инженерных сетей, а также современные способы ремонта существующих трубопроводов и их замена, предложенные иностранными специалистами. Приводятся некоторые параметры устраиваемых трубопроводов при использовании современных бестраншейных технологий производства работ, такие как возможная дальность прокладки и возможный используемый диаметр труб, выявляются преимущества перед траншейным способом прокладки.

Предмет исследования: строительные работы по прокладке и ремонту инженерных сетей. Их осуществление траншейным и бестраншейными способами производства работ.

Цели: сравнить эффективность и экономические затраты производства работ по прокладке и ремонту инженерных сетей открытым (траншейным) и бестраншейными методами. Выявление недостатков открытого способа в условиях городской застройки.

Материалы и методы: анализ существующих статей по данной тематике, обобщение и сравнение полученных данных.

Результаты: в результате проведенного исследования установлено, что наиболее перспективным методом производства работ при устройстве и ремонте инженерных коммуникаций в черте города является применение современных бестраншейных технологий. В первую очередь это связано с высокой скоростью и качеством производства строительных и ремонтных работ.

Выводы: бестраншейные технологии развиваются, совершенствуются и доказывают свое преимущество над открытыми методами, это правильная ветвь развития методов производства строительных работ по прокладке строительных коммуникаций в черте города, за которой есть будущее. Траншейные технологии ввиду своей несовершенности уходят в прошлое, но, тем не менее, они и сейчас актуальны в условиях открытой местности.

ВВЕДЕНИЕ

XXI век характеризуется высокой интенсивностью застройки городов жилыми и промышленными зданиями и сооружениями, при строительстве и последующей эксплуатации которых необходимы временные и постоянные инженерные сети. Магистрали газо- и водоснабжения, а также водоотведения являются одними из основных инженерных сетей для комфортной жизнедеятельности человека. При строительстве новых объектов рассматривают варианты присоединения к уже существующим магистралям инженерных

сетей, а также проектирование и прокладку новых. В условиях плотной городской застройки прокладку инженерных сетей выполнять открытым (траншейным) способом нецелесообразно, а в ряде случаев невозможно или экономически невыгодно. Также существует проблема существенного износа и неисправности уже существующих трубопроводов и магистралей в силу большого срока их эксплуатации.



Рис. 1. Капитальный ремонт трубопровода открытым способом в городе Южно-Сахалинске

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В данной статье содержатся ссылки на источники, в которых рассматриваются основные методы производства работ на данный момент времени. Все авторы изученных мною материалов склонны к приоритету использования новых технологий, то есть бестраншейных методов. Также одним из источников является актуализированная версия прейскурантов на наружные сети водопровода и канализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При подготовке статьи были изучены современные источники информации по данной тематике, проведен анализ материалов последних лет, соответствующих теме исследования, оценена их актуальность, выделена и обобщена главная информация.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследования установлено, что при ремонте существующих трубопроводов широко применяются современные бестраншейные методы производства работ. Одними из самых популярных методов являются:

- технология «Bert Lining»;
- технология «CIPP»;
- технология «Grouting sleeve»;
- технология «SANFLEX».

Немецкая технология «Bert-Lining» заключается в разрушении существующего неисправного трубопровода при помощи пневмопробойников и расширителя, который при раскрытии 4 лепестков разрывает и вдавливают в грунт осколки трубопровода по ходу своего движения. Следом за расширителем тянется новая труба. После производства работ лепестки сворачиваются и расширитель, уменьшившись в диаметре, вытягивается из трубопровода. Помимо раскрывающихся лепестков характерно использование разрезающих наконечников (труба режется пополам вдоль дисковыми резцами) [2; 4].

Ремонт магистралей по технологии СРР производится с использованием специальных роботов (паркер-роботы непосредственно производят работу, а вспомогательные теле роботы передают видеоизображение на монитор оператора), которые внедряются во внутреннюю полость неисправной сети. Процесс управления и мониторинга процесса производства работ осуществляется из оснащенного блоком управления фургона. Робот продвигается до места ремонта и нагнетает под давлением специальную полимеризирующуюся смолу «JaGoPur» (так называемый Janssen-процесс), которая в зависимости от назначения содержит различные добавки и включения. В рамках этой технологии различают точечный (осуществление ремонта на прямолинейных участках труб) и боковой ремонт (например, в местах стыковки магистрали с подводными ветками). Стоит отметить, что точечный ремонт по данной технологии является единственным, при котором не останавливается поток воды в коллекторах [3].

Производство работ по технологии «Grouting sleeve» применяется для ремонта прямолинейных участков, в частности в местах стыковки труб. Идея метода состоит в том, что к поврежденному участку протягивают специальную многослойную гильзу, которая при помощи поперечных домкратов расширяется до внутреннего диаметра трубы. Плотность обеспечивается клеевым составом, который увеличивается в объеме в несколько раз при твердении за довольно короткое время (порядка 18-20 мин.). Количество клея зависит от габаритов гильзы (длины и диаметра) и строго нормируется при проведении работ [3].

Еще одним способом санации старых инженерных сетей водопровода является метод SANFLEX (САНФЛЕКС). Сущность заключается в использовании специального тканевого рукава. Рукав, пропитанный специальным составом (на основе эпоксидной смолы) снаружи, протаскивается по всей длине ремонтируемого трубопровода, под давлением рукав раздувается и плотно приклеивается к стенкам существующего трубопровода (стенки предварительно очищаются сребками и промываются), образуя герметичную оболочку. Внутренняя поверхность рукава состоит из полиэтиленовой пленки, что дает возможность ремонтировать таким образом водопроводы с питьевой водой. Разновидностью данного метода является метод «чулка» который используется для труб диаметром свыше 400мм и участков трубопровода с большим числом колен, а также метод «Феникс», с помощью которого внутренняя поверхность облицовывается поливинилхлоридной пленкой (ПВХ). [9]

На сегодняшний день при производстве строительных работ при бестраншейной прокладке инженерных сетей также зарекомендовали себя и активно применяются следующие технологии:

- метод продавливания;
- метод прокола;
- метод микротоннелирования;
- метод горизонтально-направленного бурения (ГНБ).

Для сравнения бестраншейных методов прокладки трубопровода рассмотрим среднюю цену производства работ бестраншейными методами для прокладки трубы 600 мм.

На диаграмме (рис. 1) видно, что методы ГНБ и прокола являются наиболее дешевыми, но при учете того, что для метода прокола требуется отрывать приямки, он будет более затратным. При производстве работ методом горизонтально направленного бурения не требуется дополнительных затрат на земляные работы, поэтому он является наиболее актуальным и экономичным. Самым дорогим оказался метод микротоннелирования [5].

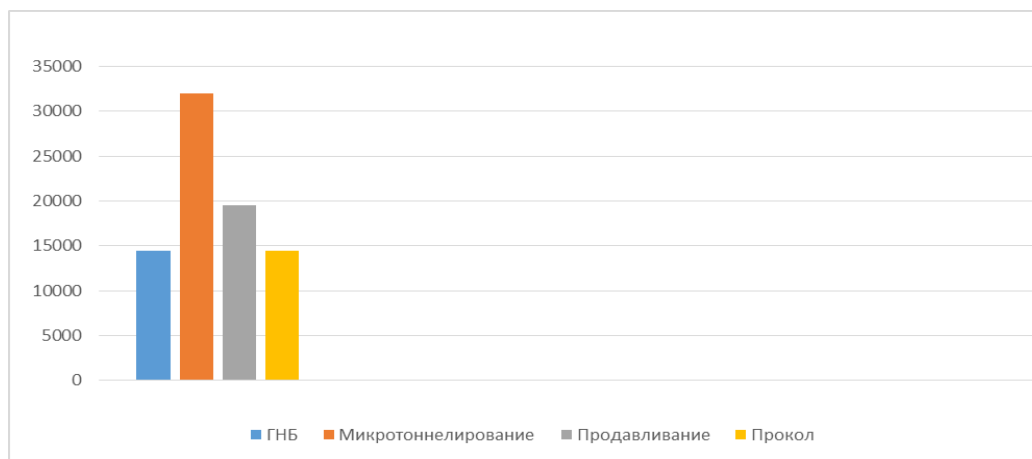


Рис. 1. Диаграмма сравнения стоимости бестраншейных способов прокладки трубопроводов

На первый взгляд траншейный метод прокладки и ремонта трубопровода может показаться в разы дешевле, так как не требуется специализированных установок и домкратов, но важно учитывать, что это зависит от конкретной ситуации, к примеру, если рассматривать работы в черте города, то их порядок укрупненно будет примерно таким:

1. Разрушение существующего покрытия и элементов благоустройства.
2. Земляные работы (разработка траншеи или ремонтного котлована).
3. Проведение работ по прокладке или ремонту трубопровода (средняя цена для трубопровода диаметром 600 мм составляет около 3000 за погонный м) [8].
4. Обратная засыпка грунта.
5. Уплотнение грунта.
6. Создание нового покрытия (асфальтового или плиточного с подготовкой) и восстановление поврежденных элементов благоустройства.

Исходя из этих факторов нужно отталкиваться при выборе метода производства работ по устройству и ремонту инженерных сетей. Очевидно, что в городе, в условиях плотной застройки, открытый метод прокладки и ремонта трубопроводов будет создавать ряд дополнительных затрат, что экономически невыгодно.

ВЫВОДЫ

В ближайшем будущем производство работ по устройству инженерных сетей должно полностью перейти на бестраншейные методы. При помощи современных технологий облегчается диагностика и проведение ремонта существующих трубопроводов. Работы выполняются качественнее за счет контроля процесса датчиками и вспомогательными электронными системами. Такой современный подход к организации работ позволит содержать подземные коммуникации в исправном состоянии, оперативно осуществлять их ремонт, снизить антропогенное воздействие на природу, избежать непредвиденных и излишних экономических затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамян С.Г., Ишмаматов Р.Х., Оганесян О.В., Оганисян В.А., Давудов Р.И.* Краткий обзор бестраншейных технологий реконструкции трубопроводов. Часть 2. Методы реконструкции с разрушением трубопровода // Инженерный вестник Дона, №4 (2016). Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3895
2. *Орлов В.А., Богомолова И.О., Гуреева И.С.* Бестраншейная реновация ветхих

трубопроводов путем протаскивания новых полимерных труб на место предварительно разрушенных старых // Вестник МГСУ июль 2014 г.

3. Орлов В.А., Орлов Е.В., Зверев П.В. Технология строительных процессов. Механизмы и оборудование // Вестник МГСУ апрель 2013 г.
4. Алероева Л.С. Сравнение современных бестраншейных способов восстановления трубопроводов с традиционным траншейным методом и их преимущества // Сборник статей “Булатовские чтения” 2018 г.
5. Орлов В.А., Зоткин С.П., Нечитаева В.А. Сравнение методов бестраншейного строительства инженерных сетей // Журнал СОК № 9 2019 г.-С.28-31.
6. Правительство Санкт-Петербурга Комитет экономического развития, промышленной политики и торговли Санкт-Петербургское Государственное учреждение «Центр мониторинга и экспертизы цен» Прейскуранты на наружные сети водопровода и канализации. Наружные сети водопровода. Наружные сети канализации. С.-7

FOR
M
2020



CONSTRUCTION
THE FORMATION
OF LIVING ENVIRONMENT



MOSCOW STATE (NATIONAL RESEARCH)
UNIVERSITY
OF CIVIL
ENGINEERING



TIAME
Tashkent Institute of Irrigation and
Agricultural Mechanization Engineers

