



**ИИЭСМ**

Институт инженерно-  
экологического  
строительства  
и механизации

# ЗЕЛЁНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Сборник докладов научно-технического семинара

*(г. Москва, 15 марта 2022 г.)*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

ISBN 978-5-7264-3012-6

Москва  
Издательство МИСИ – МГСУ  
2022

УДК 62 : 502  
ББК 30 : 20.1  
3-48

3-48 **Зелёные технологии в жизненном цикле зданий и сооружений** [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технического семинара / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт инженерно-экологического строительства и механизации, кафедра автоматизации и электроснабжения. — Электрон. дан. и прогр. (5 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskayadeyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-3012-6

В сборник включены доклады научно-технического семинара «Зелёные технологии в жизненном цикле зданий и сооружений», проходившего 15 марта 2022 г. в Московском государственном строительном университете.

Для магистрантов, аспирантов, профессорско-преподавательского состава вузов, реализующих программы высшего образования в области строительства и экологии, а также для специалистов в области теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения, автоматизации и электроснабжения.

*Научное электронное издание*

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

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

Ответственная за выпуск *А.Н. Чебан*

Институт инженерно-экологического строительства и механизации  
(ИИЭСМ НИУ МГСУ).  
Тел.: +7 (495) 730-62-53  
e-mail: :iiesm@mgsu.ru"

Сайт: [www.mgsu.ru](http://www.mgsu.ru)

<http://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/ИЕСМ/kontakty/>

Верстка макета *А.Н. Чебан*

Для создания электронного издания использовано:  
Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 18.04.2022. Объем данных 5 Мб

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

Издательство МИСИ – МГСУ.  
Тел. (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.  
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Аббасипаян С., Мокрова Н.В. Анализ эффективности производства энергии .....	6
Абросимова И.А., Мохов А.И. Коэффициент «зеленые технологии» в жизненном цикле зданий и сооружений .....	17
Акиев Р.С. «Зелёное строительство» - философия и формирование нормативной базы.....	26
Гусарова А.А., Мокрова Н.В. Задачи целевой эксплуатации и реконструкции зданий и сооружений.....	41
Ивлиева Е. Ю., Ваулин А.Н. Ограждающие конструкции из сверхвысокопрочных фибробетонов для устойчивого развития зелёных городов.....	51
Родригес С., Мокрова Н. В. География охраняемых районов при проектировании гидротехнических сооружений.....	63
Спицов Д.В., Чебан А.Н. Рациональное и эффективное использование водных ресурсов на примере Сингапура.....	73
Миронова А.И., Страшнова Ю.Г. Развитие системы общественных центров крупных городов.....	80
Мокрова Н.В. Проблемы развития интеллектуальных технологических систем.....	86
Мохов А.И. «Зелёное» строительное переустройство зданий, сооружений.....	94
Чебан А.Н. Энергоэффективные проектные решения для зданий православных храмов	103
Чистякова А.Д., Шилкина С.В., Поленов Д.Ю. Автоматизация инженерных систем вокзального комплекса для повышения комфорта и безопасности.....	114
Щербаков А.С. Энергоаудит – инструментальный контроль зелёных	

технологий в строительстве.....	118
Шиманов А.А. Органический подход к наружному освещению пешеходных зон.....	128
Шонина Н.А. Регулируемая естественная вентиляция в высотных зданиях.....	132
Ярошенко К.С., Поленов Д. Ю. Управление шаровым краном с электроприводом системы отопления в индивидуальном тепловом пункте здания школы.....	136

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ**

**Аббасипаям С.** аспирант 3 года обучения, НИУ МГСУ, г. Москва

Научный руководитель **Мокрова Н.В.** д-р тех. наук, доцент, НИУ МГСУ, г. Москва

### **Аннотация**

Выбор способов производства электроэнергии определяется способом ее выработки в рамках промышленного производства или для бытового использования. Факторы: структура потребления – схема производства позволяют разработать научно и экономически обоснованный компромисс при решении задачи обеспечения энергией. Эффективные методы производства чистой энергии не могут полностью обеспечить энергетический баланс. Всесторонняя поддержка наукоемких компаний, работающих в сфере чистой энергетики, государственно субсидирование использования ископаемого топлива обеспечивают энергетическую безопасность республики Иран.

**Ключевые слова:** возобновляемая энергетика, зеленые здания, ископаемое топливо.

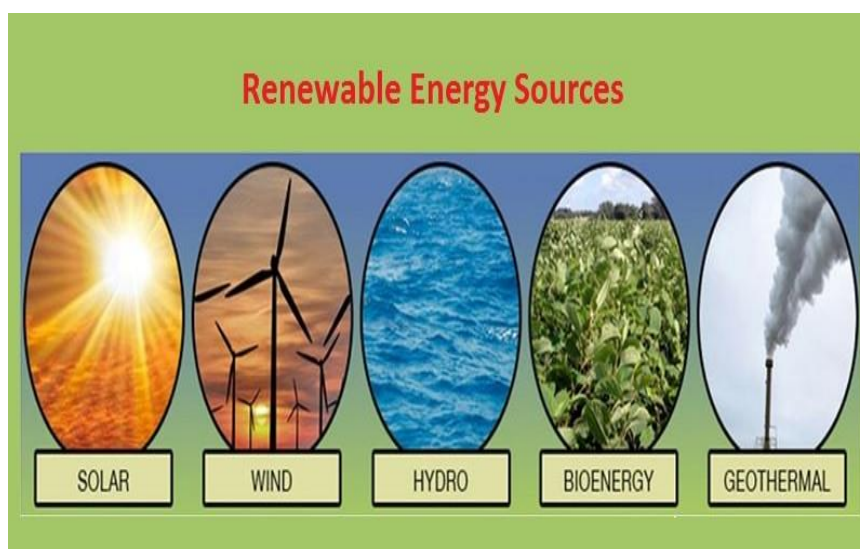
### **Возобновляемые источники энергии и зеленое строительство**

Возобновляемые источники энергии находятся в солнечном свете, в воздухе, глубоко под землей и в океанах. Эти устойчивые источники энергии часто называют «альтернативной энергией» в качестве новых методов обеспечения чистой энергией, поскольку их можно рассматривать как альтернативу ископаемому топливу, такому как нефть и уголь.

Как известно, существуют разные виды энергии. Мировые энергоресурсы делятся на две категории: возобновляемые и не возобновляемые (Рис. 1) [1]. Возобновляемые источники энергии (устойчивая энергия) не могут иссякнуть и

бесконечны. К не возобновляемым источникам энергии отнесем ископаемые виды топлива (нефть, газ, уголь), ядерную энергию.

Наиболее популярными возобновляемыми источниками энергии на данный момент являются [2]: солнечная энергия, энергия ветра, гидроэнергетика, энергия приливов, геотермальная энергия, энергия биомассы. Конечно, тот факт, что источник энергии является возобновляемым, не означает, что он на 100 % безопасен для окружающей среды. Например, дамбы блокируют движение воды, но эти проекты могут нанести ущерб водному хозяйству и дикой природе. Ветряные турбины используют солнечную энергию для выработки чистой электроэнергии, но экологические последствия процесса генерации значимы.

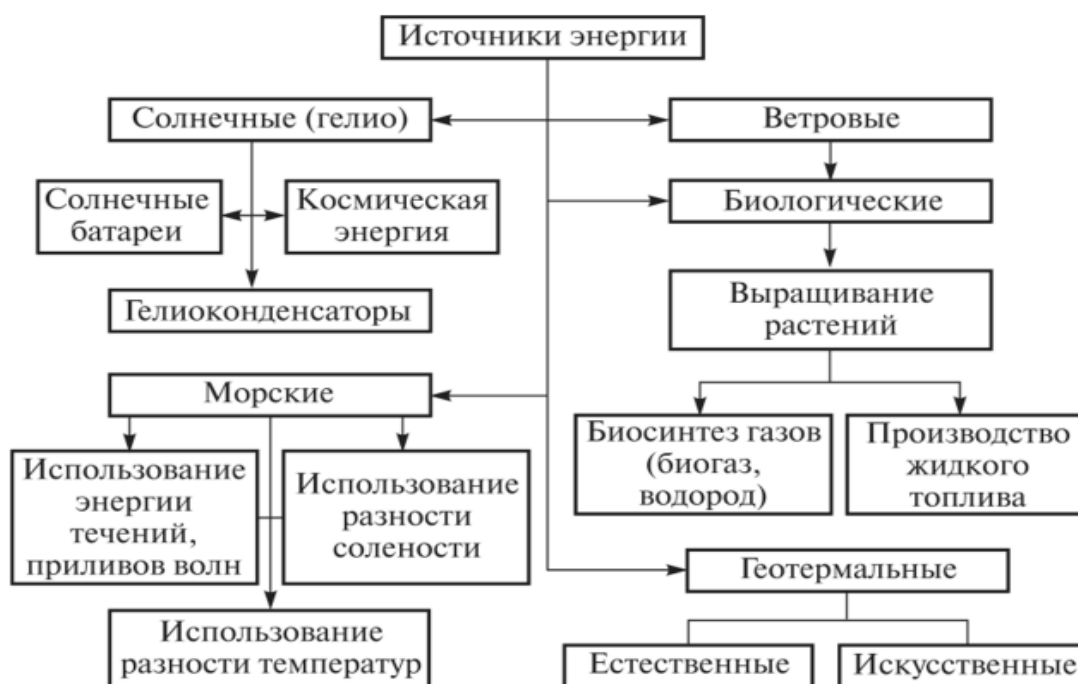


**Рис. 1.** Общие виды возобновляемых источников энергии

Истощение не возобновляемых источников энергии, таких как нефть и газ, и проблемы, которые создает использование этих видов энергии, таких как изменение климата, загрязнение воздуха и ухудшение состояния окружающей среды, увеличивают важность задач использования возобновляемых источников энергии [3]. В настоящее время больше, чем когда-либо, миру угрожает зависимость от ископаемого топлива, особенно от нефти и угля.

Загрязнение воздуха, ухудшение состояния окружающей среды и изменение климата являются результатом этой зависимости.

По данным Института космических исследований Годдарда НАСА, уровень углекислого газа в воздухе достиг самого высокого уровня за последние 650 000 лет. Прошло 17 лет с момента 136-летнего рекорда глобального потепления 2001 года, а 2016 год был признан самым теплым годом на Земле. Помимо этих проблем, таяние ледников и повышение уровня моря являются другими проблемами изменения климата [2]. На (Рис. 2) показана сегментация и актуальность возобновляемых источников энергии. В целом все эти ресурсы больше используются для выработки электроэнергии, а их энергия используется меньше напрямую.



**Рис. 2.** Классификация возобновляемых источников энергии

Экономический рост и развитие страны требуют использования энергии как одной из важнейших видов ресурсов, но затраты производства определяющие при выборе моделей производства и потребления энергии необходимо также принимать во внимание технические, экономические и



экологические соображения [1-2]. В то же время это угроза стабильности и устойчивости окружающей среды, здоровью и благополучию нынешнего и будущих поколений.

Именно поэтому поставка энергии из возобновляемых источников очень важна. Возобновляемые источники энергии экологически чистые и наносят наименьший вред окружающей среде, они неисчерпаемы и будут использоваться в течение многих лет и будущих поколений.

Одним из преимуществ использования возобновляемых источников энергии в городских структурах является переход к технологии зеленых зданий, которые являются балансом между функциональным и качественным строительством зданий с минимальным негативным воздействием на окружающую среду.

Большинство необходимых компонентов этого типа конструкции требуют использования возобновляемых источников энергии, что повышает качество жизни и снижает экономические затраты.

Возобновляемые источники энергии имеют высокие первоначальные инвестиционные затраты и низкие затраты на техническое обслуживание, но в случае не возобновляемых методов производства энергии верно обратное, и необходимо учитывать стоимость использования источников ископаемого топлива в ограниченном объеме [4-5-6].

Популярно строительство зданий в соответствии с природой (зеленые здания). Одна из причин, по которой это происходит, заключается в том, что Земля нестабильна, люди долгое время занимались добычей полезных ископаемых, использовали природные ресурсы тем самым ограничивая свою свободу.

Зеленое здание (Рис. 4) может стать идеальным проектом для сохранения природных ресурсов окружающей среды. Основной целью строительства и реализации зеленых зданий является улучшение окружающей среды, отсутствие проблем с водными ресурсами, ресурсами Земли, энергией и окружающей средой [4-7].



**Рис. 3.** Ветер и солнце, чистые энергии

Основные преимущества с экологической точки зрения: снижение потерь энергии, сохранение природных ресурсов, улучшение климата, защита биоразнообразия и экосистем. Некоторые экономические эффекты: снижение эксплуатационных расходов, создание рынка экологически чистых продуктов и услуг, повышает производительность процессов.

Большинство необходимых компонентов конструкции зеленых зданий можно найти в использовании возобновляемых источников энергии. Например, использование возобновляемых источников энергии, таких как солнце и ветер снижает ущерб окружающей среде и, следовательно, повышает качество жизни и снижает экономические затраты.

### **Методы производства чистой энергии в Иране и отказ от ископаемого топлива**

Развитие и расширение использования возобновляемых источников энергии помогло достичь целей экономического, социального и экологического развития и является одним из ключевых факторов достижения устойчивого

развития в любой стране. Использование возобновляемых источников энергии, таких как энергия ветра, солнца и геотермальной энергии уменьшает



**Рис. 4.** Причина проектирования зеленых зданий

зависимость от ископаемого топлива, и сократить выбросы [8-9].

Установленная мощность производства электроэнергии в Иране превысила 73 000 МВт, из которых около 26 000 МВт вырабатывается газовыми электростанциями. В газовых электростанциях есть турбины, которые работают непосредственно за счет сжигания газа и приводят в движение генератор, тепловая энергия преобразуется в кинетическую, а затем в электрическую. Рост потребления газа для выработки электроэнергии резко возрастает, и, по словам министра энергетики в Национальный день чистого воздуха, «более одной трети всего природного газа, добываемого в стране, используется для выработки электроэнергии на электростанциях». Но производство электроэнергии из ископаемого топлива не ограничивается газом, ведь источником выработки электроэнергии является огромное количество дизельного топлива и мазута (мазута) страны. Способ получения электроэнергии из дизельного топлива и мазута таков, что на тепловых электростанциях за счет сжигания ископаемого топлива вода внутри котла

испаряется и преобразует тепловую энергию в кинетическую, а затем в электрическую.

Предполагая, что однажды ископаемые ресурсы, такие как газ, будут исчерпаны и в природе вокруг нас будут найдены только доступные энергии, мы должны рассматривать развитие использования альтернативных источников как важнейший метод снабжения и производства энергии [7].

Солнечная энергия является одним из важных источников возобновляемой энергии. Количество солнечной энергии неодинаково в разных частях мира и имеет наибольшее количество в экваториальной зоне. Иран расположен в районах с высоким уровнем радиации, и исследования показывают, что использование солнечного оборудования в Иране уместно и может обеспечить часть потребностей страны в энергии.

Важность использования солнечной энергии в Иране возрастает, с учетом в среднем не менее 280 солнечных дней в году, что обуславливает высокую способность производить солнечную электроэнергию.

В Иране из-за его близости к экватору солнечные батареи расположены под углом от 25 до 30 градусов, что является очень хорошим углом, в Европе этот угол составляет от 50 до 60 градусов [5-6-7-8]. Преимущества солнечной электроэнергии многочисленны и значительны, в том числе тот факт, что необходимая электроэнергия производится без потребления топлива, и не загрязняет окружающую среду. В отличие от традиционных тепловых электростанций для производства солнечной энергии не требуется вода, что важно для засушливой и полусушливой страны Ирана.

Солнечные электростанции могут снабжать небольшие региональные сети и не требуют линий высокого напряжения и сетей передачи для подключения к национальной сети.

Стоит отметить, что потребление этого вида энергии невелико, в частности из-за срока службы солнечных панелей, который оценивается в 20-30 лет, конечно, по истечении этого срока их можно использовать, но их производительность снижается.

Наличие солнечных электростанций не требует присутствия специалиста и их можно использовать в автоматическом режиме. Еще один важный момент заключается в том, что за счет установки солнечных панелей в точке потребления огромный объем потерь электроэнергии в этой системе практически нулевой, а значит предотвращение экономические потери.

Применение солнечной тепловой энергии в бытовом плане также включает в себя ряд приложений, в том числе солнечные водонагреватели и ванны, солнечное охлаждение и обогрев, солнечные опреснители воды, солнечные сушилки, солнечные печи, печи и солнечные дома. Иран обладает самым большим потенциалом в производстве электроэнергии из солнечной энергии.

С экономической точки зрения более экономично вырабатывать электроэнергию из воды и ветряков турбин. Мощность ветряных электростанций в стране составляет 16 000 МВт, а солнечные электростанции могут производить до 100 000 МВт. Ветреные районы Ирана, такие как Манджил, Хаф в провинции Хорасан, провинции Казвин и Забол, а также южные провинции, эффективно вырабатывают электроэнергию (Рис. 5). В Иране из-за наличия ветреных районов предусмотрена подходящая площадка для расширения эксплуатации ветряных турбин. Одним из наиболее важных проектов в области ветроэнергетики стала подготовка атласа ветров страны, который был выполнен в Организации новой энергии Ирана и считается одним из национальных проектов в ветроэнергетике. Немецкая компания «Lamayer» также участвовала в качестве консультанта в реализации проекта по измерению ветрового потенциала в Иране, и на основе исследований упомянутой компании ветровой потенциал, который может быть извлечен в стране, оценивается примерно в 100 000 МВт [3].

Согласно объявлению «Satpa» (Организация по производству возобновляемых источников энергии и электроэнергии) в июле 2021 года, при обсуждении возобновляемых источников энергии в стране имеется более 903 МВт установленной мощности электростанций, большинство из них связаны с



солнечной энергией, затем идет энергия ветра, а затем малые гидроэлектростанции. Большая часть мощности приходится на солнечную энергию, а это около 455 МВт, которую можно получить как на солнечных электростанциях, так и в виде электростанций, которые люди устанавливают в своих домах [6-8].



**Рис. 5.** Перспективы использования возобновляемых ресурсов

### **Создание энергетического коридора Север-Юг**

12 августа 2019 года Россия, Азербайджан и Иран заключили соглашение о совместной разработке технико-экономического обоснования (ТЭО) проекта создания энергетического коридора «Север – Юг» (АИР) между энергосистемами Азербайджанской Республики, Исламской Республики Иран и Российской Федерации. Со стороны России участниками соглашения стали АО «СО ЕЭС» и ПАО «Россети», со стороны Азербайджана и Ирана – ОАО «Азерэнерджи» и Иранская управляющая компания по электрогенерации, передаче и дистрибуции «ТАВАНИР» [1-2].

В декабре 2015 г. Армения, Грузия, Иран и Россия подписали четырехсторонний меморандум, предусматривающий повышение уровня управления взаимоучетом электроэнергии, безопасности и надежности

энергосистем данных стран, что позволит осуществлять транзит электроэнергии в четырехстороннем формате. Проект имеет, помимо экономического, важнейшее геополитическое значение для всех стран-участниц, и кроме того – это составная часть обще Каспийского электроэнергетического кольца (через РФ и Иран), создание которого запланировано странами региона к концу 2020-х годов.

### **Заключение**

В области чистой энергии, в области научного производства и локализации деталей и оборудования для солнечной энергии в Иране нет препятствий. А главное отмечен особый взгляд государства на этот вопрос и реформирование системы субсидирования ископаемого топлива, наконец, всесторонняя поддержка наукоемких компаний, работающих в сфере чистой энергетики.

Существуют различные способы выработки электроэнергии на крупных электростанциях или в качестве устройств гораздо меньших для снабжения электроэнергией индивидуальных домов. Рассматривая два важных фактора, «структура потребления» и «схема производства» можно найти научно и экономически обоснованный компромисс в аспектах производства и потребления электроэнергии.

### **Библиография**

1. <https://hydrogeneurope.eu/fuel-cell-and-hydrogen-joint-undertaking-fch-ju>
2. <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/hydrogen-energy-supply-chain-pilot-project>
3. Nazemi. Ali, "Energy efficiency in Iranian provinces: Data envelopment analysis" Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research, Issue 14, pp; 103-142, Iran, May 2019.

4. Atieh. Sharkian, "The role of energy efficiency in improving the environment in selected countries Oil exporter" *Journal of Regional Economics and Development*, 23rd year, new issue 11, Iran, spring-summer 2018.
5. Guo, Pibin. Qi, Xiaoyan, Zhou, Xijun. Li, and Wei, "Total-factor energy efficiency of coal consumption: An empirical analysis of China's energy intensive industries", *Journal of Cleaner Production*, 2017, 10.1016/j.jclepro.2017.11.149.
6. Perez, K., Gonza'lez-Araya, M. C., and A. Iriarte, "Energy and GHG emission efficiency in the Chilean manufacturing industry: Sectoral and regional analysis by DEA and Malmquist indexes", 2017, *Energy Economics*.
7. Soltani, M., Sayadi, A., Mehregan, M., and M. Abedi, "A Comprehensive Approach DEA-AP for Iran's Iron Ore Mining efficiency Ratings", (2), 3. 2013.
8. Vlahinić-Dizdarević, N., and A. Šegota, "Total-factor energy efficiency in the EU countries", *Zbornik Radova Ekonomskog Fakultet Au Rijeci*, 30(2), 247–265. 2012.
9. Bampatsou, C., Papadopoulos, S., and E. Zervas, "Technical efficiency of economic systems of EU-15 countries based on energy consumption", *Energy Policy*, 55, 426–434. 2013.
10. Zhang, Ch. and J. Nian, "Panel estimation for transport sector CO2 emissions and its affecting factors: A regional analysis in China", *Energy Policy*, No. 63, PP. 918-926. 2013.



## КОЭФФИЦИЕНТ «ЗЕЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

**И.А. Абросимова** аспирант 3 года обучения, НИУ МГСУ, г. Москва

Наличный руководитель: **А.И. Мохов** д-р тех. наук, профессор,  
НИУ МГСУ, г. Москва

**Аннотация.** На данном этапе развития понятия «Жизненный цикл здания и сооружения» отражен в Федеральном законе от 30.12.2009 N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" проектирование, строительство, эксплуатация здания образуют самостоятельные этапы жизненного цикла здания, на каждом из которых установлены соответствующие требования безопасности, в том числе пожарной." При возведении здания и подборе материалов, проектировщик должен учитывать ряд факторов, объясняющих рациональность выбора тех или иных строительных материалов и технологий, то есть он должен выбрать Наилучшие доступные технологии. Целью нашего исследования является создание автоматизированной критериальной базы НДТ, пользоваться которой смогут, как эксплуатанты строительного объекта, так и инвесторы. Предвещая создания автоматизированной базы НДТ, мы ставим перед своим исследованием целью создание математической модели, которая обоснует необходимость внедрения НДТ в жизненный цикл строительного объекта.

**Ключевые слова:** жизненный цикл, зеленые технологии, автоматизация, интеллектуализация, петля гистерезиса, зеленое строительство.

### **Введение**

Жизненный цикл здания или сооружения — период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том

числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

На данном этапе развития понятия «Жизненный цикл здания и сооружения» отражен в Федеральном законе от 30.12.2009 N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" проектирование, строительство, эксплуатация здания образуют самостоятельные этапы жизненного цикла здания, на каждом из которых установлены соответствующие требования безопасности, в том числе пожарной."

Инфографическая модель жизненного цикла строительного объекта выглядит следующим образом:



**Рис. 1.** Инфографическая модель жизненного цикла строительства объекта

## Материалы и методы

Говоря о современном потребителе, застройщик помимо высокого уровня безопасности здания, должен также учитывать и его комфортность,

экологичность, экономичность, целевое назначение. При возведении здания и подборе материалов, проектировщик должен учитывать ряд факторов, объясняющих рациональность выбора тех или иных строительных материалов и технологий, то есть он должен выбрать Наилучшие доступные технологии. Целью нашего исследования является создание автоматизированной критериальной базы НДТ, пользоваться которой смогут, как эксплуатанты строительного объекта, так и инвесторы.

Предвещая создания автоматизированной базы НДТ, мы ставим перед своим исследованием целью создание математической модели, которая обоснует необходимость внедрения НДТ в жизненный цикл строительного объекта.

С учетом требований федеральных законов N 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 28 мая 2010 года N 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений», стандарта «Зелёное строительство» Здания жилые и общественные - СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011, а также других нормативно-правовых актов Российской Федерации. Формула расчета Жизненного цикла объекта строительства выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
 & \text{Совокупная стоимость жизненного цикла здания} = \\
 & = Ek \left( \sum_{t_1}^n \frac{\text{Земля+Сети}}{(1+r)^n} + \right. \\
 & \left. \sum_{t_2}^n \frac{\text{Проектирование+Строительство+Материалы и Оборудование+Издержки-Налоги}}{(1+r)^n} \right) + \\
 & Gk \left( \sum_{t_3}^n \frac{\text{Содержание+Коммунальные ресурсы+Ремонты текущий и капитальный}}{(1+r)^n} + \right. \\
 & \left. \sum_{t_4}^n \frac{\text{Снос-Вторичные материалы}}{(1+r)^n} \right),
 \end{aligned}$$

где:

Земля + Сети – стоимость единовременных затрат на приобретение земельного участка, получение разрешений и подключение к инженерным сетям (водоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение, газоснабжение);

Проектирование + Строительство + Материалы и Оборудование + Издержки - Налоги – стоимость единовременных затрат на проектирование, строительно-монтажные работы, привлечение финансирования на период строительства, в том числе проценты по кредитам и налоги;

Содержание + Коммунальные ресурсы + Ремонты текущий и капитальный – ежегодные периодические расходы (затраты) в течение планового периода эксплуатации, связанные с содержанием дома, потреблением коммунальных ресурсов, с текущим и капитальным ремонтом конструкций, материалов, оборудования и систем дома, оплату труда и привлечение специалистов;

Снос - Вторичные материалы – стоимость единовременных затрат на снос и утилизацию объекта строительства за вычетом стоимости материалов повторного использования;  $n$  – плановый период эксплуатации здания;

$t_1, t_2, t_3, t_4$  – соответственно длительность периода предпроектной подготовки земельного участка ( $t_1$ ), проектирования и строительно-монтажных работ ( $t_2$ ), эксплуатации ( $t_3$ ), утилизации ( $t_4$ );

$r$  – ставка дисконтирования, может быть приравнена к ставке рефинансирования Центрального Банка. Позволяет просуммировать затраты (с учетом принципа убывающей стоимости денег во времени) за весь период плановой эксплуатации эффективного здания;

$E_k$  - коэффициент энергоэффективности - учитывает конечный класс энергоэффективности здания;

$G_k$  – коэффициент «зелёности» – интегрированный показатель энергоэффективности и экологичности здания, позволяющий учесть наличие и применение в нем экологичных и энергоэффективных материалов и технологий, соответствие экологическим нормам.

В свернутом виде формула для расчета стоимости жизненного цикла многоквартирного дома с учетом результатов комплексной оценки энергоэффективности зданий имеет следующий вид:  $SЖЦЗ = Zед * Eк * R + Zпер * Gк * T * K * R$  (2),

где:

$SЖЦЗ$  - стоимость затрат жизненного цикла;

$Zед$  - сумма единовременных затрат на проектирование, производство (строительство), ввод в эксплуатацию и вывод из эксплуатации (утилизацию);

$Zпер$  - сумма периодических расходов (затрат) в течение планового периода эксплуатации на ресурсы, обслуживание, текущий и капитальный ремонты, расходные материалы, управление и оплату труда;

$Eк$  - коэффициент учета класса энергоэффективности здания;

$Gк$  - коэффициент «зелености»;

$T$  - количество периодов проведения ремонтов и замены оборудования в течение планового срока эксплуатации (жизненного цикла) для каждого элемента расчета;

$K$  - поправочный коэффициент, учитывающий сезонность, и/или отклонение от нормативов;

$R$  - фактор дисконтирования.

Рассматривая модель срока жизни здания, мы приходим к выводу, мы приходим к выводу, что на «Дату оценки» затраты на возведение здания и его информационно-технологическое оснащение должны быть равны затратам на поддержание здания и снос объекта строительства.

Пусть затраты на участок «Возведение здания» будут  $h_0$ ;

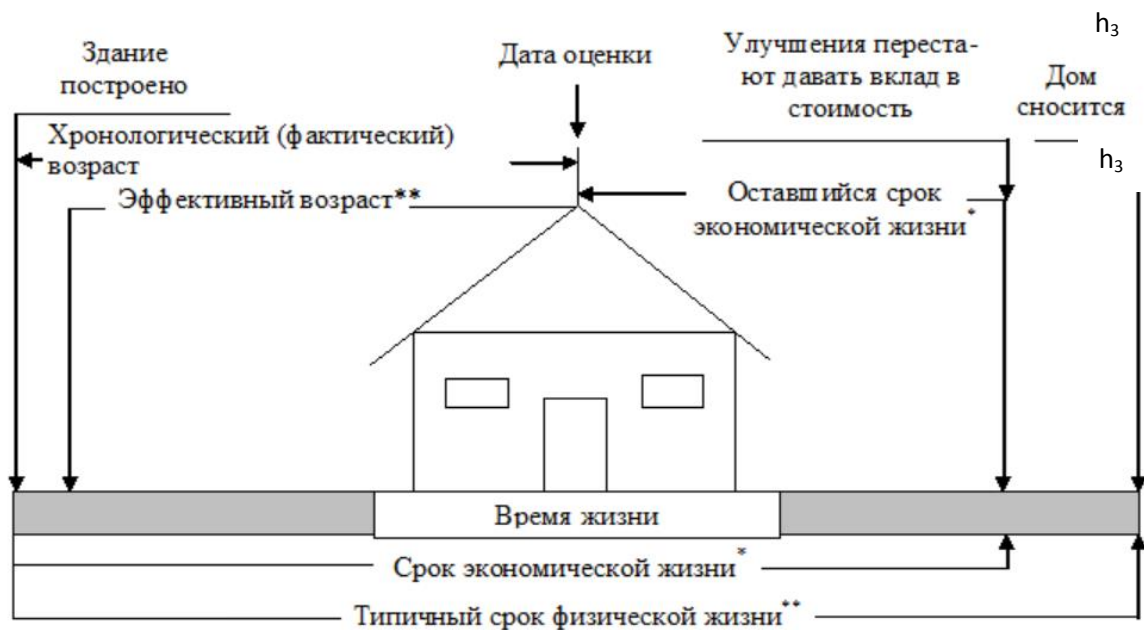
«Здание построено» будет  $h_1$ ;

«Эффективный возраст» -  $h_2$ ;

«Дата оценки» -  $h_3$ ;

«Оставшийся срок экономической жизни» -  $h_4$ ;

«Снос» -  $h_5$ .

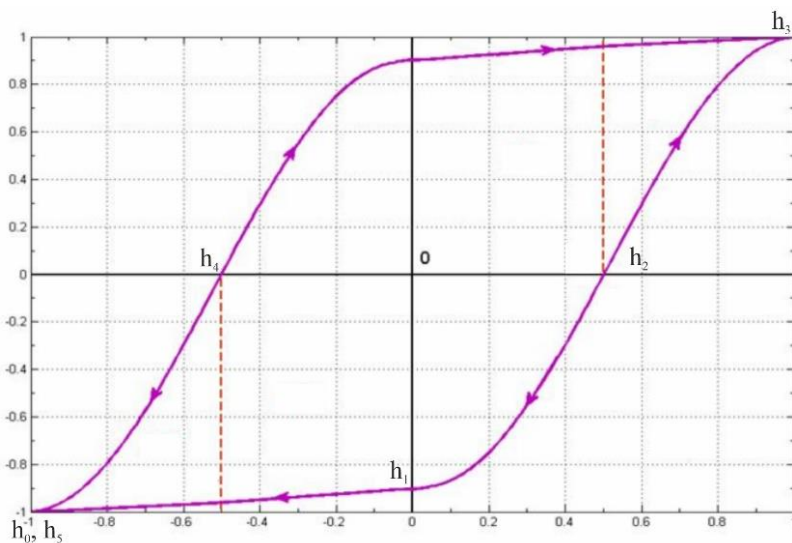


\* Может увеличиваться за счет реконструкции, переоборудования (перестройки), модернизации или изменения условий.

\*\* Может быть больше, чем фактический возраст здания.

**Рис. 2.** Инфографическая модель срока жизни здания

Участки  $h_0 - h_3$  предполагает нелинейный рост от доходов здания и образует собой возрастающую синусоиду. Участки  $h_3 - h_5$  предполагают отрицательное понижение – это косинусоидный участок. Таким образом, можно построить график зависимости в виде Петли гистерезиса:



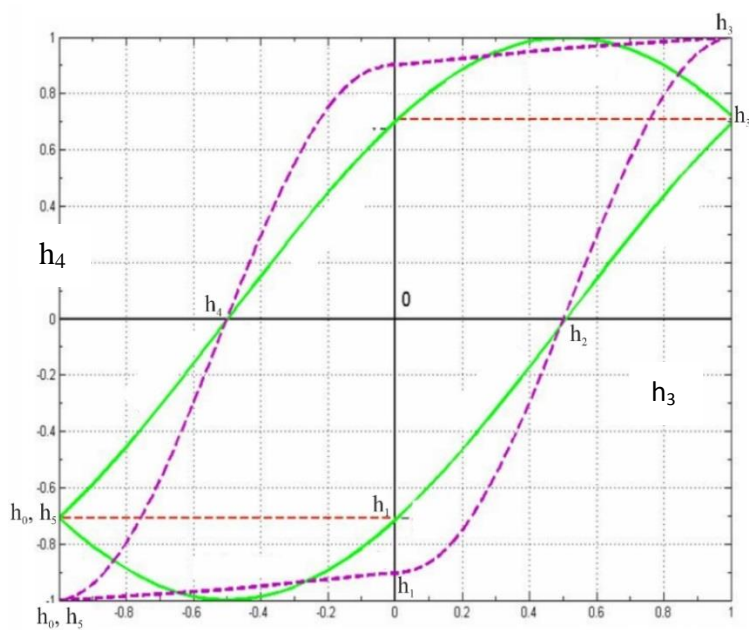
**Рис. 3.** Петля гистерезиса до введения коэффициента

## Результаты

В гипотезе своего исследования нами было выдвинуто предположение, о том, что, если добавить в жизненный цикл объекта строительства внедрение наилучших доступных технологий, которые на этапе строительства приведут к удорожанию здания, но на этапе эксплуатации приведут к увеличению срока его службы, а также повышению эффективности здания. Таким образом будет прослеживаться одновременное возрастание участков  $h_0 - h_3$ , но и возрастание эффективности на участке  $h_3 - h_5$ . Отображая нашу гипотезу на графике, петля гистерезиса будет выглядеть следующим образом:

Мы видим устойчивость функции на участке  $h_3 - h_4$ , для достижения данного смещения, необходимо ввести в формулу расчета жизненного цикла объекта строительства коэффициент  $g$ - green technologies.

Данный коэффициент показывает устойчивую эффективность здания, как на этапе строительства, так и на этапе его эксплуатации и сноса.



**Рис. 4.** Изменение петли гистерезиса после введения коэффициента «g»

## Заключение

В заключении нашего исследования, хотелось бы отметить, что на данный момент разработана математическая модель жизненного цикла здания,

при построении которой была выявлена необходимость введения нового коэффициента «g» - green technologies, который отражает устойчивую эффективность здания. Данное развитие приведет к повышению энергоэффективности здания и экологической эксплуатации, и утилизации здания.

### **Библиография**

1. Быстров А.В., Светлаков В.И., Бойкова И.В. Ресурсы технологической платформы в составе комплексного объекта переустройства территорий / В кн. Современные проблемы управления проектами в инновационно-строительной сфере и природопользовании: материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова, 12-16 апреля 2017г. //под ред. В.И. Ресина. - Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2017. – С.287-291.

2. Абросимова И.А. Экономическое влияние от автоматизации анализа системы наилучших доступных технологий строительного комплекса на территории российской федерации// Вестник московского государственного областного университета. серия: экономика Номер: 3 Год: 2020 Страницы: 25-32 УДК: 330.34

3. Некрасова М.А., Мохов А.И., Жолобов О.В., Латышев К.В. Экологическое переустройство спортивных сооружений // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №2 (2016) <http://resources.today/PDF/06RRO216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

4. Дубровский В.Я., Щедровицкий Л.П. Проблемы системного инженерно-психологического проектирования. – М.: Изд-во Московского университета, 1971. – 91с.

5. Абросимова И.А., Рыбакова А.О. Автоматизация выбора облачного BIM-сервиса для проектирования и строительства// Наука и бизнес: пути развития Номер: 4 (94) Год: 2019 Страницы: 95-97 УДК: 624.05



6. Чулков В.О., Кузина О.Н. Ретривация- инновационное направление в функциональной системе строительного переустройства // Вестник МГСУ. - №8. -2011. – С.459-462.

7. Мохов А.И., Светлаков В.И., Стройков А.В., Саянов А.А. «Зеленое» строительное переустройство зданий, сооружений // РОССИЯ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ Ежегодник: материалы XX Национальной научной конференции с международным участием. Москва, 2021 стр. 631-634

8. Аристова Л.В., Вараксин П.А., Смирницкий Н.С. Эксплуатационное переустройство спортивных сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/148TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/148TVN216.

9. Matasov V., Yaroslavtsev A., Bukin S., Konstantinov P., Vasenev V., Grigoreva V., Romzaykina O., Dvornikov Y., Sayanov A., Maximova O. Ecosystem services approach for landscaping project: the case of metropolia residential complex // SPRINGER GEOGRAPHY год:2021, стр. 319-330

## **«ЗЕЛЕНое СТРОИТЕЛЬСТВО» - ФИЛОСОФИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ»**

**Акиев Р.С.**, канд. экон. наук, член правления Ассоциации «Национальный центр зеленого строительства», зам.ген.директора АО «Мосстройсертификация»

### **1. Философия зеленого строительства**

Базисным принципом, философией «зеленого строительства» является устойчивое развитие. Его смысловое содержание было сформулировано впервые на международном уровне Президентом Международного союза охраны природы и природных ресурсов Ашоком Хосла (Ashok Khosla) (Индия) 5 марта 1980 года во «Всемирной стратегии охраны природы».



**Рис. 1.** Президент Международного союза охраны природы и природных ресурсов Ашоком Хосла (Ashok Khosla) (Индия)

Оно было выражено следующей сентенцией: «Человеческое общество в своих поисках экономического развития и наслаждения богатствами природы должно согласовываться с реалиями ограниченности ресурсов и несущей емкости экосистем, а также принимать в расчет нужды будущих поколений».

В 1987 году Председатель Международной комиссии по окружающей среде и развитию ООН Гру Харлем Брундтланд (Gro Harlem Brundtland) (Норвегия) представила доклад «Наше общее будущее», в котором была окончательно сформулирована философия «устойчивости»: «Устойчивое развитие, это такое развитие, при котором удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности».



**Рис. 2.** Председатель Международной комиссии по окружающей среде и развитию ООН Гру Харлем Брундтланд (Gro Harlem Brundtland)

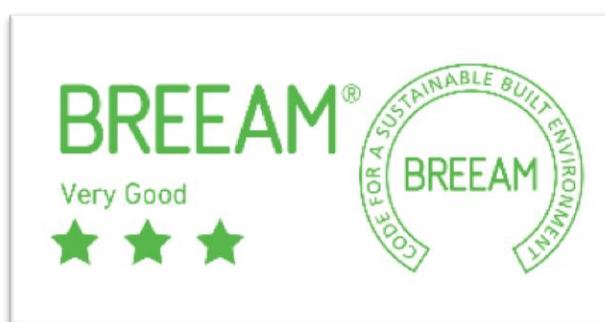
Начиная с этого времени происходит формирование понятий “Sustainability in building” и “Sustainable building”, основанных на трех составляющих их аспектах: экологическом, социальном и экономическом. Эти понятия в общественном сознании были трансформированы в определение «green building» или «зеленое строительство», поскольку ассоциировались с экологическим аспектом устойчивого развития.

Таким образом, суть философии «зеленого строительства» можно выразить в следующем виде: удовлетворяя свои потребности в среде обитания и качестве жизни путем строительства здания, расходуя при этом невозобновляемые природные ресурсы и ухудшая экологию, человек и общество одновременно должны стремиться максимально обеспечить защиту функционирования земной экосистемы в целом от своей деятельности, сохраняя, таким образом, возможность устойчивого развития для будущих

поколений, не нарушая при этом экономической обоснованности и целесообразности функционирования такой недвижимости в течение всего ее жизненного цикла.

## 2. Международные стандарты

Первый корпоративный зелёный стандарт оценки эффективности зданий международного уровня BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) был разработан в Великобритании в 1990 году.



**Рис. 3.** Международного уровня BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)

В 1993 году в США появилась сертификационная система LEED, как стандарт измерения проектов энергоэффективных, экологически чистых и устойчивых (sustainable) зданий для осуществления перехода строительной индустрии к проектированию, строительству и эксплуатации таких зданий.



**Рис. 4.** Международная система LEED,

В Германии Немецкий совет по устойчивому строительству (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V., DGNB) представил свою собственную сертификацию зеленого строительства в 2009 году.



**Рис. 5.** Немецкий совет по устойчивому строительству (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V., DGNB)

Принципы и базовые требования зеленого строительства окончательно сформировались в международных универсальных стандартах в первое десятилетие 21-го столетия. В 2006 - 2008 годах появились первые основополагающие стандарты и руководства ISO серии Sustainability in building construction:

- ✓ ISO 15392:2008 (актуализированная редакция ISO 15392:2019);
- ✓ ISO 21930:2007 (актуализированная редакция ISO 21930:2017);
- ✓ ISO/TS 21929-1:2006 (актуализированная редакция ISO 21929-1:2011);
- ✓ ISO/TS 21931-1:2006 (актуализированная редакция ISO 21931-1:2010).

В настоящее время серия насчитывает 21 стандарт.

Несколько ранее в США, а чуть позднее - и в странах ЕС оформляются региональные и межгосударственные стандарты устойчивого развития в строительстве.

Базовый европейский документ по оценке устойчивых зданий CEN - EN 15643-1 «Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings - Part 1: General framework» появился в 2010 году.

В 2016 году был переведен на русский язык и выпущен идентичный ему национальный стандарт ГОСТ Р 57274.1-2016/EN 15643-1:2010 «Устойчивое развитие в строительстве. Часть 1. Общие положения».

Стандарты «Зеленого» строительства», как правило, формулируют комплекс требований устойчивого развития к среде обитания человека, которые предъявляются к зданию или сооружению, начиная от стадий его проектирования и строительства, и заканчивая стадиями его эксплуатации и сноса (утилизации).

### 3. Первые стандарты России

В России первые «зеленые» стандарты организации появились почти одновременно в 2010-2011.

Это «Зеленые стандарты Центра экологической сертификации» Минприроды России, САР-СПЗС Союза архитекторов России и система сертификации зеленого строительства Национального объединения строителей (НОСТРОЙ), в рамках которой было создана линейка зеленых стандартов.

На российском рынке появились самостоятельные системы оценки Green Zoom, а также ЭкоСтандарт, Листок Жизни, которые пошли по пути сертификации строительных материалов.

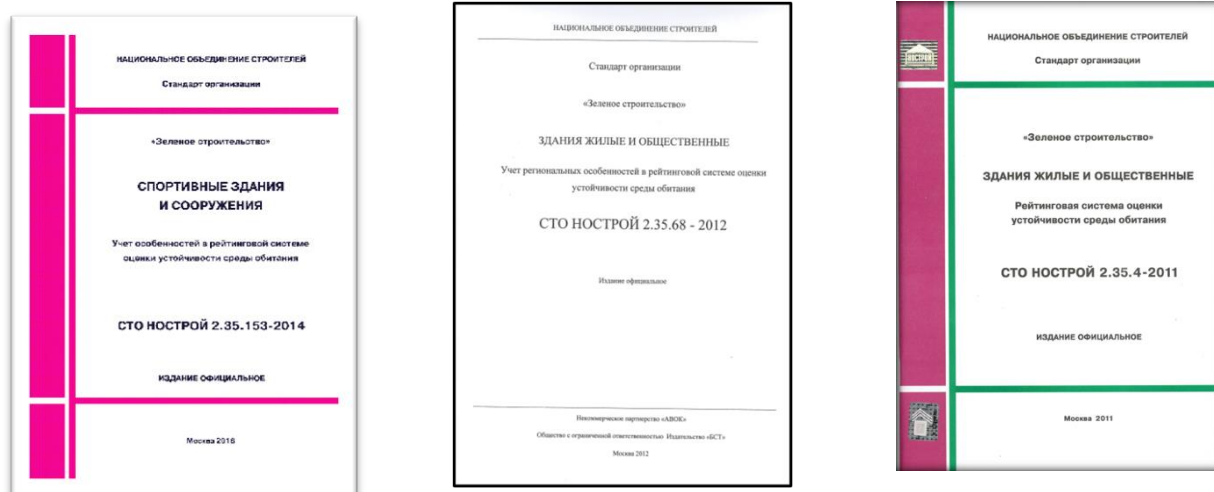


Рис. 5. Российские стандарты

#### 4. Первые стандарты в России

На базе зеленых стандартов НОСТРОЙ в 2012 году был создан национальный стандарт ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

Он стал первым, и остается по сути, единственным до настоящего времени, универсальным национальным стандартом «зеленого строительства», устанавливающим комплекс требования к зеленому зданию, не считая серии из 4-х переведенных стандартов «Устойчивое развитие в строительстве», идентичных стандартам EN.



Рис. 6. ГОСТ Р 54964-2012

Комплекс требований, сформулированный в ГОСТ Р 54964-2012 и в стандартах НОСТРОЙ, включал в себя:

- минимизацию экологической нагрузки на окружающую среду, ответственный выбор земельного участка в интересах окружающей среды и

человека;

- минимизацию использования материалов, изделий и конструкций, максимально отвечающих экологических требованиям;

- максимальное решение вопросов эргономики и микроклимата, нацеленных на сохранение здоровья и обеспечение максимального комфорта для пребывания человека в здании (на объекте);

- максимальное удовлетворение эстетических, социальных потребностей человека и реализацию социально значимых для людей вопросов;

- минимизацию расхода и потребления энергетических ресурсов, максимальное использование возобновляемых источников энергии;

- максимальное обеспечение экономической эффективности жизненного цикла строительного объекта в процессе его создания, эксплуатации и утилизации.

Локальным решением задачи формирования нормативной зеленой базы стало создание национального стандарта ГОСТ Р 58875-2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования». Это первый и пока единственный в своем роде национальный «зеленый стандарт», устанавливающий требования к отдельной конструкции зеленого здания, а не ко всему объекту в целом.

## **5. Стандарты РУСО**

Следующим толчком к развитию системы зеленой стандартизации в России стал чемпионат мира по футболу, который проводился в 2018 году.

К этому событию была разработана новая национальная система зеленой сертификации по правилам FIFA, которая получила название «РУСО-Футбольные стадионы». В системе «РУСО-Футбольные стадионы» было сертифицировано 9 из 12-ти стадионов России, на которых проходили матчи 21-го чемпионата мира по футболу.

Параллельно со стандартом «РУСО. Футбольные стадионы» была создана универсальная система «РУСО» для зеленой сертификации жилых и



общественных зданий и сооружений. Однако, широкого распространения по объективным причинам она не получила ввиду необязательности отечественных требований зеленого строительства к зданиям и сооружениям, финансируемым из средств федерального и региональных бюджетов.



**Рис.7.** Стандарт РУСО

Указанные стандарты были разработаны в 2017 году Ассоциацией «Национальная система зеленой сертификации», созданной по инициативе проф. Табунщикова Ю.А.

## **6. Отличия стандартов**

Есть ли существенные принципиальные отличия в известных западных системах и стандартах и национальных системах и стандартах зеленой сертификации?

Ответ на этот вопрос можно получить, сопоставляя долевое значение тех или иных категорий требований в общей рейтинговой оценке объектов, проводимой в рамках той или иной системы.

На схеме, приведенной ниже, дано сравнение известных зарубежных

рейтинговых систем оценки и системы НОСТРОЙ.

### Сравнение известных зарубежных рейтинговых систем оценки и системы НОСТРОЙ



**Рис. 8.** Сравнение известных зарубежных рейтинговых систем оценки и системы НОСТРОЙ

Разные системы отдают предпочтение разным аспектам зеленого строительства, что выражается в процентах, которые имеют разные категории. Однако нельзя сказать, что имеет место принципиальное или критическое отличие. Есть разный подход к месту, отводимому экономическому аспекту зеленого строительства.

Таким образом, суммируя имеющиеся подходы и системы, «зелеными» зданиями следует считать здания, в которых:

- место размещения объекта ориентировано на минимизацию отрицательного воздействия, на окружающую среду при проведении строительных работ, обеспечение социального комфорта для человека (при выборе ориентации здания, плотности застройки, естественной освещенности, доступности общественного транспорта, наличия и близости объектов

торговли, сервиса, здравоохранения, зеленой парковой зоны и водных объектов, что позволяет снизить использование автомобильного транспорта);

- особое место отведено эстетическому восприятию объекта, его архитектурной новизне, соответствию (гармонизации) окружающей среде и ландшафту;

- проектными решениями предусмотрены: максимальный воздушно-тепловой, световой и акустический комфорт, максимальная защита помещений от отрицательных внешних воздействий и излучения, максимальное озеленение здания и придомовой территории, высокий уровень санитарной защиты и работы с отходами (предусматривающий отдельный сбор и сортировку отходов), максимально комфортная придомовая территория (включая наличие детских, спортивных площадок, малых архитектурных форм и фонтанов, зеленых зон отдыха, велодорожек, удобного парковочного пространства, сервиса для электромобилей, мест для хранения велосипедов и т.д.);

- предусмотрены инженерные системы водоснабжения и водоотведения, обеспечивающие высокое качество и эффективное (рациональное) потребления воды, водосбережение, регулирование и утилизация стоков;

- предусмотрены защитные мероприятия, направленные на минимизацию вредного экологического воздействия в процессе строительства;

- максимально использованы в процессе возведения здания и отделки помещений экологически чистые, безвредные или нейтральные для здоровья человека строительные материалы и изделия, местное сырье и материалы, поставка которых была максимально приближена к месту строительства;

- использованы системы энергоснабжения, обеспечивающие минимизацию расхода тепла и электроэнергии, применены источники возобновляемой (нетрадиционной) энергии;

- в проектировании, строительстве и эксплуатации, которых принимали участие (участвуют) организации и специалисты, обладающие опытом создания или эксплуатации «зеленых» объектов, и/или сертифицированные на

соответствие требованиям систем экологического менеджмента.

## 7. Спрос на зеленую сертификацию

В практическом плане наибольшими возможностями для продвижения и более широкого применения на территории Российской Федерации объективно обладают известные зарубежные системы сертификации, такие как LEED (США), BREEAM (Великобритания) и DGMB (Германия).



**Рис. 9.** Американская система WELL

В последнее время наиболее энергично на рынке «зеленой» отечественной сертификации пыталась продвигаться американская система WELL, делающая особый упор на здоровье и благополучии человека.

И тем не менее, массовый спрос потребителя в зеленом строительстве в том виде, как он уже сформирован в США, странах Западной Европы и других развитых странах, в России не наблюдается. Основная причина – необязательность требования применения зеленых стандартов при строительстве зданий и сооружений, которые бы обеспечивали выполнение Технического регламента о безопасности зданий и сооружений и других технических регламентов в строительстве Российской Федерации.

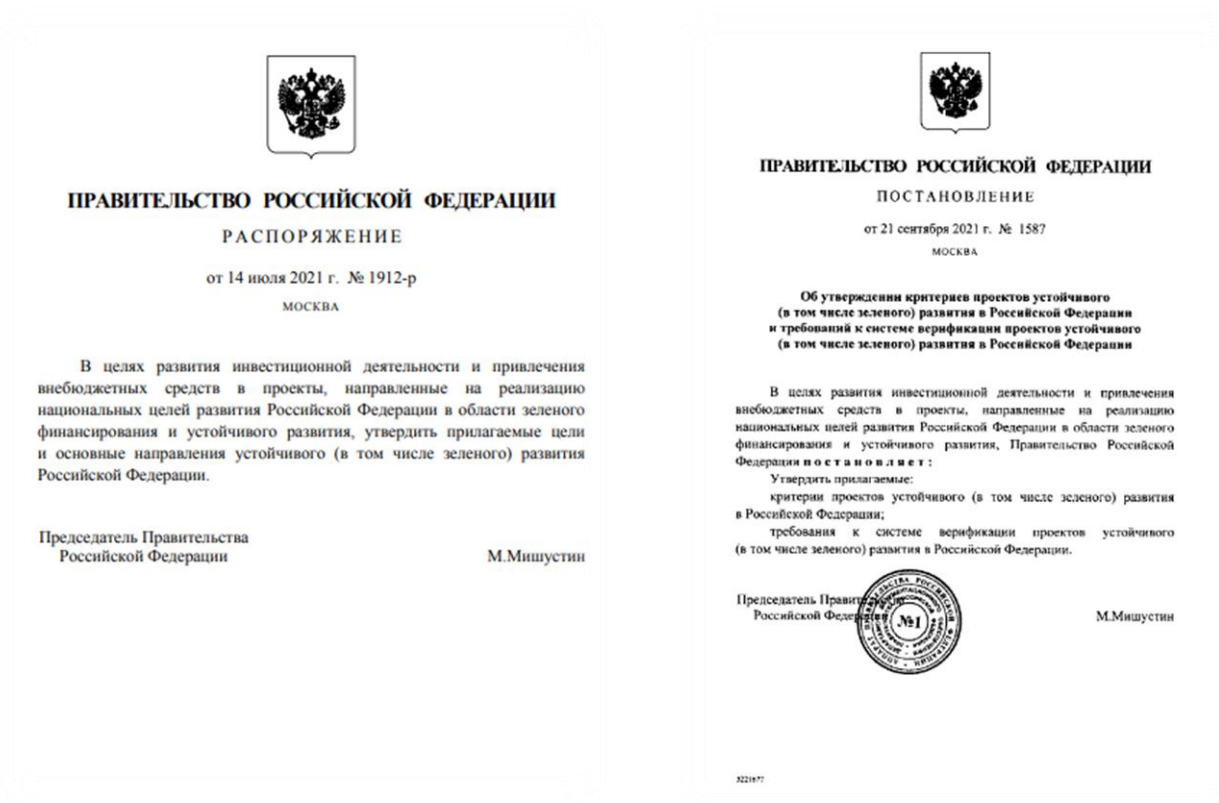
Не будучи обязательными, стандарты могут быть применимы только в добровольном порядке. О касается и национальных стандартов, и стандартов организаций. На национальном уровне нет сводов правил, определяющих критерии параметры зеленого строительства в целом. Такие попытки в настоящее время предприняты в рамках стандартов организаций (примером такого решения могут служить «зеленые стандарты» СДОС НОСТРОЙ, СДС «РУСО» и другие).

Вместе с этим, установление таких критериев в национальных стандартах – это дополнительные издержки в смету создания проекта, что может создать реальную проблему при прохождении проекта через экспертизу и подтверждении сметы расходов по проекту. Строительство объектов по зеленым критериям и требованиям, как правило, ведет к удорожанию объекта, и соответственно, его стоимости на рынке, снижая спрос. Поэтому, без соответствующей политики и регуляторного воздействия государства в области устойчивого развития и зеленого строительства, рассчитывать на широкое внедрение этих принципов сложно.

## **8. Законодательная поддержка «зеленого» строительства**

Поворотным в этом отношении стал 2021 год.

Вышло Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14 июля 2021 г. № 1912-р, которым были утверждены ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации. В соответствии с ним было подготовлено и утверждено Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2021 года № 1587, которым были сформулированы «Критерии проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации». Таким критерием при строительстве зеленых зданий было определено их «соответствие одному или нескольким национальным стандартам в сфере "зеленого" строительства, разработанным в соответствии с требованиями Федерального закона "О стандартизации в Российской Федерации"».



**Рис. 10.** Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14 июля 2021 г. № 1912-р, которым были утверждены ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ устойчивого развития Российской Федерации. В соответствии с ним было подготовлено и утверждено Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2021 года № 1587, которым были сформулированы «Критерии проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации».

Выполнение критериев зеленого строительства предусматривает возможность льготного финансирования, банковского обслуживания проектов, реализуемых в соответствии с зеленым национальным стандартом, а также предоставления налоговых преференций для застройщиков и иных участников строительства таких объектов.

## 9. Новые и разрабатываемые стандарты

По инициативе РЖД в течение почти трех лет готовился, и буквально на днях (29 марта 2022 года) Росстандартом утвержден новый национальный

стандарт в сфере железнодорожного транспорта ГОСТ Р 70049-2022 «Оценка соответствия. Требования устойчивого развития к объектам инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта».

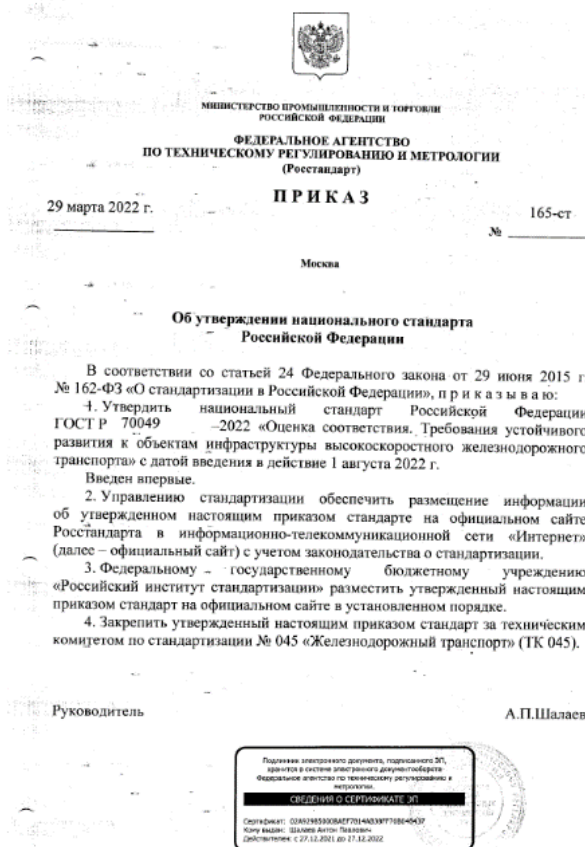


Рис. 11. ГОСТ Р 70049-2022

«Оценка соответствия. Требования устойчивого развития к объектам инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта».

Стандарт построен полностью на нормативной базе Российской Федерации, и вместе с этим, в значительной части используемых категорий гармонизирован с американским стандартом в сфере зеленой оценки железнодорожного транспорта ENVIRONMENT-3.

В настоящее время Домом.РФ в рамках реализации Постановления Правительства № 1587 инициирована разработка нового стандарта для целей «зеленой» оценки объектов многоквартирного жилищного строительства. Подготовлена и находится на стадии обсуждения первая редакция проекта

национального стандарта серии «Зеленые стандарты»: «Зеленые» многоквартирные жилые здания. Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации».

### **Библиография**

1. CEN - EN 15643-1 «Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings - Part 1: General framework»

2. ГОСТ Р 57274.1-2016/EN 15643-1:2010 «Устойчивое развитие в строительстве. Часть 1. Общие положения

3. ISO 15392:2008 (актуализированная редакция ISO 15392:2019);

3. ISO 21930:2007 (актуализированная редакция ISO 21930:2017);

4. ISO/TS 21929-1:2006 (актуализированная редакция ISO 21929-1:2011);

6. ISO/TS 21931-1:2006 (актуализированная редакция ISO 21931-1:2010).

7. ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

8. ГОСТ Р 70049-2022 «Оценка соответствия. Требования устойчивого развития к объектам инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта».



## **ЗАДАЧИ ЦЕЛЕВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Гусарова А. А.**, аспирант 2 года обучения, НИУ МГСУ, г. Москва  
Научный руководитель **Мокрова Н.В.**, д-р тех. наук, доцент, НИУ  
МГСУ, г. Москва

### **Аннотация**

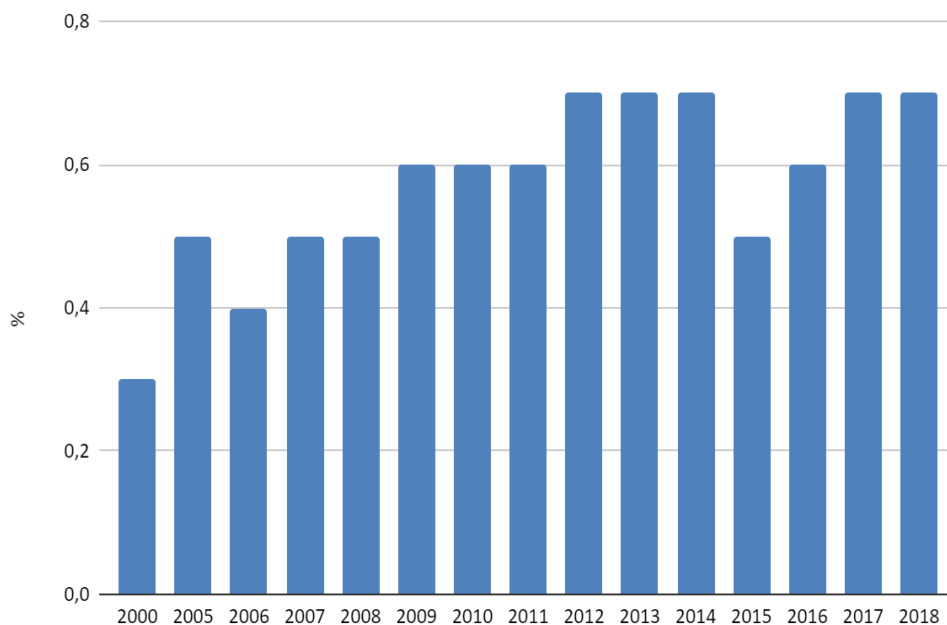
Процесс реконструкции позволяет вернуть объект в целевую эксплуатацию. Технологии информационного моделирования открывают доступ к данным о всевозможных вариантах реализаций целей эксплуатации с оценкой технических аспектов решений. Такой анализ перспективен в процессе принятия проектных решений, повышает степень эффективности оценки перспектив целевой эксплуатации объектов, в том числе с экологическим аспектом строительных процессов, например, при утилизации строительных отходов. Использование информационной модели, в аналитических системах повышает эффективность процесса принятия решений в задаче целевой эксплуатации зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** реконструкция, целевая эксплуатация, информационное моделирование зданий.

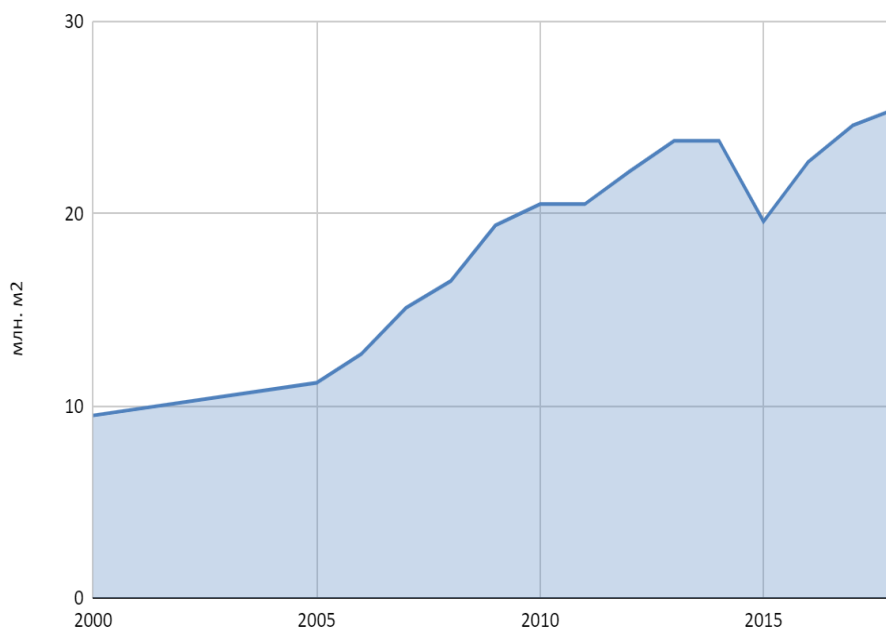
В составе строительного фонда России имеются неэксплуатируемые здания и сооружения. Появление таких объектов возможно по разным причинам: незавершенное строительство, аварийное или ветхое состояние и др. С наличием такого неэксплуатируемого строительного фонда возникает вопрос о реконструкции этих объектов или их сносе. В случае реконструкции важным является проведение корректного анализа объекта для принятия наиболее эффективных проектных решений. Применение современных информационных

технологий может помочь эффективно оценить и использовать потенциальные ресурсы объекта.

Официальные данные показывают рост аварийного жилищного фонда (рис. 1), показан график доли аварийного жилищного фонда в общей его площади [1, 2].



а)



б)

**Рис. 1.** Статика роста аварийного жилищного фонда 2000-2018 гг.

а) удельный вес аварийного жилищного

б) общая площадь жилых помещений аварийного жилищного фонда

Реконструкции объекта или его сносу предшествует оценка, при этом снос может быть экономически выгоднее, чем восстановление объекта, реконструкция [3] может превышать новое строительство по трудоемкости на 30%. С другой стороны вложения в реконструкцию меньше, а окупаемость опережает установленные сроки примерно в 2,5 раза по сравнению с новым строительством.

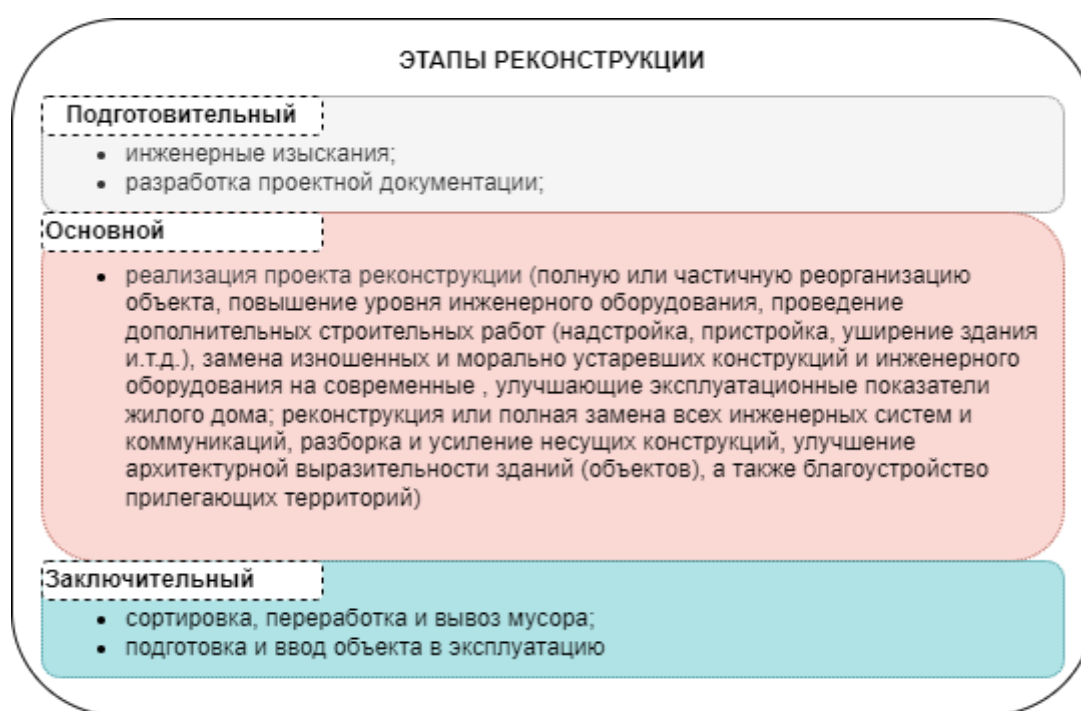
Обобщим понятие “жизненного цикла” объекта капитального строительства (Рис. 2), который включает в себя этапы инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции, капитального ремонта и сноса [4,5].



**Рис. 2.** Жизненный цикл зданий или сооружений

Рассмотрим процесс принятия решения при реконструкции. Этап реконструкции частично связан с целевой эксплуатацией и сносом, так как от эксплуатации [6] могут зависеть технические требования к его реконструкции,

а снос с последующим новым строительством является альтернативой реконструкции с экономической точки зрения. Под реконструкцией понимаем [4] изменение параметров и частей объекта, замена или восстановление несущих конструкций, перестройка или расширение объекта, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные элементы, улучшающие показатели конструкций, и восстановления указанных элементов. Процесс реконструкции можно разделить на условные этапы (Рис. 3) [4, 7, 8]: подготовительный, основной и заключительный.



**Рис. 3.** Этапы реконструкции здания (сооружения)

Эксплуатация объекта – комплекс мероприятий по его содержанию, обслуживанию и ремонту, которые обеспечивают безопасное функционирование и состояние объекта в соответствии с его функциональным назначением [9]. Под функциональным назначением объекта можно понимать определенную совокупность признаков и характеристик здания или сооружения. В нормативных документах есть несколько вариантов классификации объектов по их назначению (Рис. 4).

Анализ объекта и принятие проектных решений кроме отдельных задач реконструкции и эксплуатации обуславливает общие задачи, связанные с этими процессами. Определяющим является взаимосвязь проектных решений реконструкции и проектных требований, зависящих от вариантов будущей целевой эксплуатации объекта. Сформулируем задачи, связанные с процессом принятия решений при реконструкции:

- определение взаимосвязей (показателей) между реконструкцией и планируемой целевой эксплуатацией;
- определение ограничений проектных решений реконструкции и вариантов целевой эксплуатации по взаимозависимым показателям.

Решение этих задач в числе остальных, связанных с реконструкцией, может позволить разработать эффективный метод анализа объекта для формирования проектных рекомендаций при реконструкции с учётом вариантов целевой эксплуатации объекта.



**Рис. 4.** Классификация объектов по функциональному назначению

Можно предложить общий алгоритм метода анализа объектов:

1 – обследование объекта, определение ограничений, внесение данных результатов предпроектных изысканий и обследований в аналитическую систему;

2 – формирование набора данных для аналитики, что подразумевает выбор необходимых данных, их форматирование; формирование информационной модели, содержащей актуальную информацию о текущей планировке объекта (несущие конструкции, площади помещений, инженерные коммуникации); формирование базы актуальных данных из дополнительных источников (при наличии);

3 – анализ информационной модели и корректировка данных в аналитической системе;

4 – формирование рекомендаций по показаниям к реконструкции и целевой эксплуатации объекта.

Рекомендации и результаты анализа содержат:

- рекомендации по планировке в соответствие с выбранным эксплуатационным назначением (примеры поэтажных планировок, примерный масштаб изменений в конструктив);

- результаты анализа текущего состояния объекта: показатели прочности несущих конструкций, состояние материалов и другие характеристики объекта;

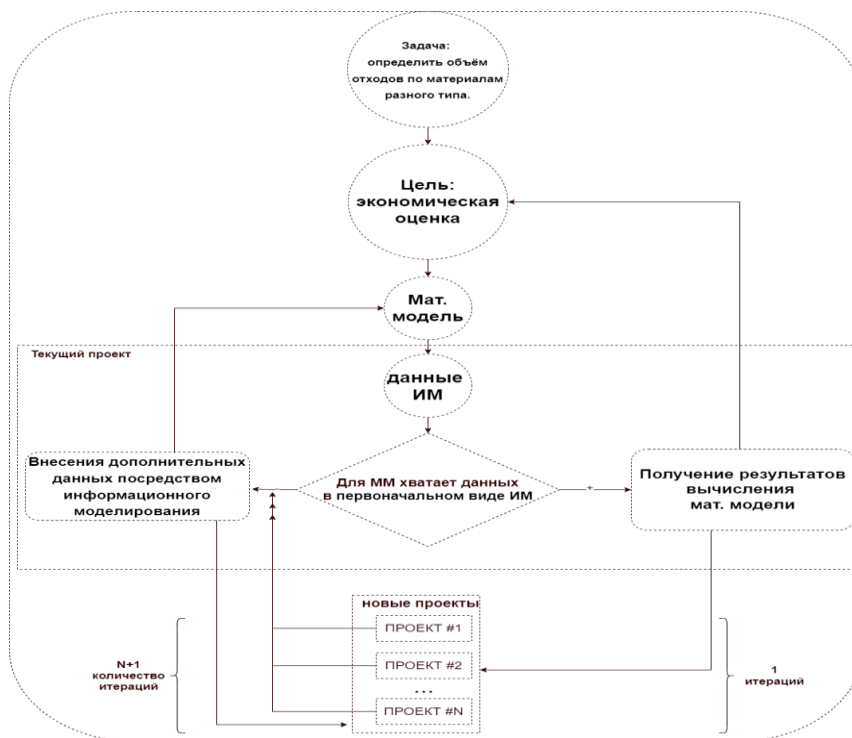
- рекомендации по другим возможным эксплуатационным назначениям зданий, отличных от требований заказчика, с учётом действующих норм и правил.

Информационная модель объекта является базой для получения полной информации о ресурсах рассматриваемого объекта для его анализа и последующего принятия проектных решений при реконструкции. В процессе предварительной оценки проектных решений может быть учтён эколого-экономический аспект процесса реконструкции. Например, задачу по определению объема и стоимости утилизируемого строительного мусора,

который может быть образован в результате реновации объекта, возможно частично решить с помощью данных, имеющихся в информационной модели объекта. На рис. 5 изображен общий алгоритм решения задачи определения объёма строительных отходов разного типа, с целью оценки общей усредненной себестоимости полученных отходов или для оценки их возможного повторного использования. Для анализа необходимых данных формулируют математическую модель, которая учитывает показатели в соответствии с заданной целью. Представим математическую модель формулой для определения суммарного объёма материала  $V_M$  через сумму объёмов отдельных реконструируемых элементов модели ( $V_{zi}$ ) по конкретному типу материала:

$$V_M = \sum_{i=1} V_{zi},$$
 где  $i$  – количество реконструируемых элементов модели.

Математическая модель использует данные информационной с получением критерия экономической оценки, допустима корректировка данных информационной модели в процессе решения задачи о целевой эксплуатации.



**Рис. 5.** Алгоритм решения задачи

В работе [10] сформулированы общие принципы информационного моделирования (Рисунок 6): принцип единства модели, прагматизма и согласованного моделирования, они позволяют сформировать набор данных, необходимый для моделирования. По принципу прагматизма нет необходимости дополнительного внесения данных об объекте в его информационную модель, что может сделать такой учёт доступным по умолчанию в любом проекте, где будет использоваться данная задача с конкретной математической моделью. В рассматриваемом случае достаточно данных о типе, габаритах и объёмах материалов объекта в информационной модели, т.к. такие данные являются одними из базовых и содержатся в семействах модели, из которых она формируется. На основе таких данных можно предварительно определить примерный суммарный объём материалов разного типа.



**Рис. 6.** Принципы информационного моделирования



Математические модели процессов позволяют анализировать данные из информационной модели для получения оптимальных результатов по заданным показателям. Прослеживается связь между необходимостью внесения дополнительных данных посредством информационного моделирования и разрабатываемой математической моделью под определенную задачу и цель. Разработка математической модели является однократным действием с возможностью повторного применения модели в других проектах, а внесение дополнительных данных в трёхмерную модель для каждого нового проекта требует трудозатрат каждый раз (рис. 5). Поэтому при разработке математической модели можно учитывать, какие данные будут в информационной модели на момент обращения к ней, чтобы минимизировать необходимость дополнительных трудозатрат по дополнению информационной модели требуемыми данными.

Процесс реконструкции возвращает объект в эксплуатацию. С помощью современных технологий информационного моделирования появляется доступ к большому количеству данных, которые можно использовать при анализе в процессе принятия проектных решений. Такой анализ может позволить эффективно оценивать возможные перспективы будущей целевой эксплуатации объекта или экологический аспект строительных процессов, например, утилизация строительных отходов. Информационная модель, в формате доступном для использования в аналитических системах, может быть использована в процессах принятия решений для повышения его эффективности. Для реализации автоматического анализа объекта с целью принятия эффективных проектных решений необходимо определить основные цели и задачи аналитической системы. Важно определить показатели, на основе которых будет проведен анализ и различного рода ограничения. Применение информационной модели здания в анализе объекта добавляет определенные условия работы и ограничения, связанные с самой технологией процесса информационного моделирования. Все эти особенности требуют внимания и дальнейшего изучения.

## Библиография

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/40458> . Дата обращения: 10.03.22.
2. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Режим доступа: . Дата обращения: <https://rosstat.gov.ru/folder/13706> 10.03.22.
3. Шихов А.Н. Реконструкция зданий и сооружений: курс лекций / А.Н. Шихов, М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. С. 398
4. “Градостроительный кодекс Российской Федерации” от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)
5. Национальное объединение проектировщиков / Методика расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат. Москва, 2014 г. С. 72
6. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
7. Ведомственные строительные нормы ВСН 58-88 (Р) “Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения”
8. Свод правил СП 325.1325800.2017 “Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации”.
9. Свод правил СП 255.1325800.2016 “Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения” (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 24 августа 2016 г. N 590/пр)
10. Талапов В.В. О некоторых принципах, лежащих в основе BIM / Известия высших учебных заведений. Строительство. Новосибирск, 2016. № 4(688). С. 108-1

# ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ СВЕРХВЫСОКОПРОЧНЫХ ФИБРОБЕТОНОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННЫХ ГОРОДОВ

**Ивлиева Е.Ю.**, руководитель службы разработки материалов и технологий, кан. биол. наук, Holcim, г. Москва

**Ваулин А.Н.**, бизнес инженер Ductal®, к.ф.-м.н., Holcim, г. Москва

## **Аннотация.**

За последнее десятилетие словосочетание «устойчивое развитие городов» прочно вошло в лексикон строительной отрасли и, как правило, подразумевает под собой энергоэффективность, т.е. низкое энергопотребление зданий на отопление и вентиляцию. Подобная трактовка сопряжена с риском избыточного внимания архитекторов и проектировщиков к инженерной оснастке зданий, что может привести к недостаточной проработке архитектурно-планировочных решений и поверхностному выбору строительных материалов.

Компания Holcim – ведущий производитель инновационных и экологичных решений для строительной отрасли. Компания производит широкий спектр высококачественных и экологичных строительных материалов для клиентов независимо от масштаба задачи: от частного домостроения до крупных инфраструктурных проектов. В основе стратегии компании лежат инновации и цифровизация, и более половины научно-исследовательских проектов компании направлены на «зеленые» решения. Об одном из таких «зеленых» решений, – сверхвысокопрочном фибробетоне или УНРС<sup>1</sup> пойдет речь в статье.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, «зеленый» материал сверхвысокопрочный фибробетон, инновация, долговечность.

---

<sup>1</sup> Англ. аббревиатура – УНРС, от Ultra High Performance Concrete

В соответствии с определением, данным Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию (WCED) (Комиссией Брундтланд), «устойчивое развитие – это развитие, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения людей, но не ставит под угрозу право будущих поколений на удовлетворение своих потребностей».

Устойчивое развитие базируется на 3-х китах: рациональное потребление ресурсов планеты и их восстановление; повышение качества жизни людей, их здоровья и благополучия; экономической эффект от внедренных рациональных решений. Именно с учетом этого базирования в сентябре 2015 года на Генеральной ассамблее ООН 193 странами, включая Россию, были приняты 17 целей устойчивого развития (ЦУР), которые входят в повестку ООН до 2030 года (рис.1).



**Рис.1.** Семнадцать целей устойчивого развития (ЦУР), которые входят в повестку ООН до 2030 года

Стандартизованные методики оценки строительных объектов на соответствие критериям «устойчивого развития» (системы экологической сертификации LEED, BREEAM, IRIS, WELL, DGNB и пр.) позволяют выделить следующие атрибуты умной и устойчивой территории:

- продуманная концепция энергоэффективности;

- эргономичное местоположение;
- доступность для пользователей;
- инновации, стимулирующие использование возобновляемого топлива;
- максимальное использование естественного света;
- высочайшее качество внутренней среды;
- максимальное вторичное использование воды (в частности, ливневого стока);
- зеленые строительные материалы.

В настоящее время под атрибутом «зеленый строительный материал» понимается материал с описанным углеродным следом на этапе производства и доставки до объекта. Несмотря на значительное количество все новых и новых регистрируемых экологических деклараций, они все еще остаются вне зоны внимания архитекторов, т.к. их совокупная стоимость, как правило, не превышает 10% стоимости всех строительных материалов на объекте.

Ограждающие конструкции зданий и сооружений, бесспорно, также могут рассматриваться с точки зрения «зелености». Более того, выбор ограждающих конструкций напрямую связан не только с обеспечением защиты от холода, перегрева, шума и пожара, но также обеспечивает санитарно-гигиеническое качество внутренней среды (освещенность, защита от пыли и других вредных веществ в воздухе населенных мест).

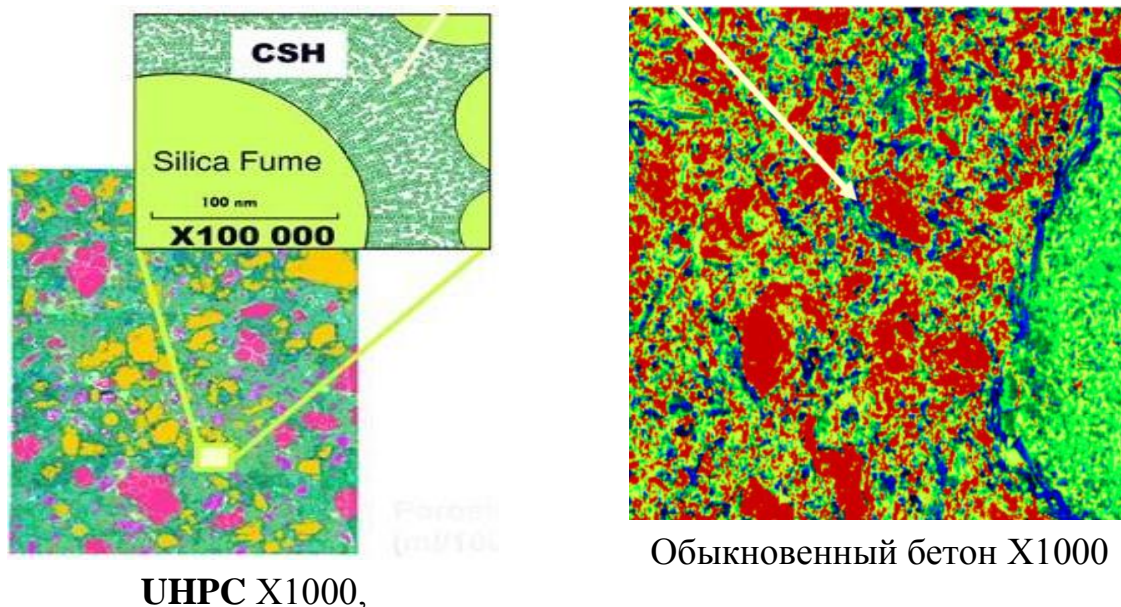
Применение крупноформатных облицовок с высокой степенью перфорации, например, из **УНРС**, позволяет улучшать микроклимат в зданиях за счет снижения конвективного съема тепла с наружной части ограждающей оболочки в холодный период года. С помощью этого решения можно также достичь снижения перегрева фасадов и избыточной инсоляции прилегающей территории благодаря направленному затенению.

Становится все более очевидным, что при формировании стратегии устойчивого строительства городов недостаточно ограничиваться только нормированием показателей энергосбережения в период эксплуатации здания.

Необходимо, в том числе, снизить воздействие объекта на окружающую среду на протяжении всего его жизненного цикла. А именно, с самого начала, с момента добычи сырьевого ресурса для производства строительного материала, - так называемая «колыбель», до самого конца, этапа, на котором происходит размещение остатков здания после окончания его эксплуатационного ресурса на полигоне, - так называемая «могила». Таким образом, долговечность зданий напрямую влияет на устойчивое строительство.

Сверхвысокопрочные фибробетоны (**УНРС**) сочетают в себе не только прочность и легкость, сопоставимую с металлоконструкциями, но при этом **УНРС** позволяет выполнять крупноформатные, ажурные и «парящие» конструкции.

Несмотря на то, что материал **УНРС** активно начал применяться только с начала 2000-х годов, на сегодняшний день существует уже достаточно большое количество экспериментальных данных, на основании которых можно с уверенностью утверждать, что сверхвысокопрочные фибробетоны (**УНРС**) обладают исключительной долговечностью.



**Рис.2.** Обыкновенный бетон, связная пористость

Продолжающийся и по настоящее время эксперимент на острове Трит, США, наглядно свидетельствует об исключительных свойствах **УНРС** сопротивляться агрессивным внешним воздействиям. Сверхвысокопрочные фибробетоны обладают очень низкой «несвязной» пористостью (рис.2).

Несвязанные поры не допускают проникновения агрессивной среды в тело бетона, что увеличивает период его эксплуатации по сравнению с обыкновенными бетонами. Диаметр пор **УНРС** на два порядка ниже по сравнению с обыкновенным бетоном. Более того **УНРС** не проницаем для жидкостей, благодаря его низкой пористости и несвязной геометрии его нанопор (Таблицу 1).

Таблица 1

	Обыкновенный бетон	НРС	<b>УНРС</b>
Открытая пористость в водной среде(%)	12-16	9-12	1,5-6
Кислородная проницаемость (м2)	$10^{-15}$ - $10^{-16}$	$10^{-17}$	$<10^{-19}$
Коэффициент диффузии трития (м <sup>2</sup> /с)	$2 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-12}$	$2 \times 10^{-14}$

Благодаря очень низкому водоцементному соотношению **УНРС** богат негидратированными зернами клинкера. Таким образом, оставшийся клинкер может гидратироваться, если вода попадет в микротрещину, тем самым закрывая ее. Это так называемый эффект «самозалечивания», также свидетельствует об исключительной долговечности сверхвысокопрочных бетонов **УНРС** (рис.3).

Долговечность, бесспорно, учитывается при оценке влияния ограждающих конструкций из такого бетона на окружающую среду, что отражается, в том числе, на возможности проведения сертификации по «зеленым стандартам».



**Рис.3.** Сверхвысокопрочных бетонов **УНРС**

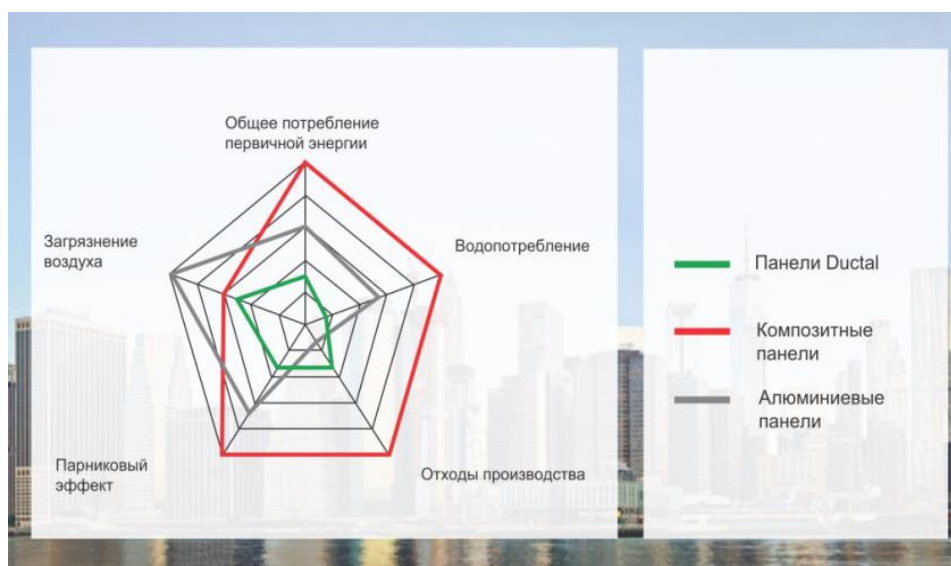
Безусловно, рассмотрение строительства новых объектов с точки зрения минимизации их влияния на природу, выводит на первый план вопросы долговечности этих объектов. Однако не менее важным аспектом является интегральная оценка строительных материалов, выраженная в углеродных единицах на тонну продукции и в итоге на квадратный метр помещений. Для сравнения строительных материалов по таким показателям, как углеродный след и потребленное количество пресной воды, используется оценка жизненного цикла строительного материала, лежащая в основу экологической декларации продукции.

Здесь важно отметить, что для производства **УНРС** требуется существенно меньше энергии и воды, чем для производства алюминиевых и, тем более, композитных фасадных панелей. Выделение углекислого газа и выбросы вредных веществ также существенно ниже аналогичных показателей альтернативных облицовочных материалов (рис.4).

Благодаря тому, что структура сверхвысокопрочных фибробетонов **УНРС** позволяет добиваться более 70% перфорации без дополнительного армирования, облицовки из этого инновационного материала оказались



востребованы. Это позволило изделиям из сверхвысокопрочных фибробетонов **УНРС** придавать любые формы и фактуры, что в свою очередь помогает архитекторам в полной мере реализовывать свой замысел и раскрыть свой творческий потенциал. Ниже остановимся на наиболее ярких примерах таких объектов.



**Рис.4.** Выделение углекислого газа и выбросы вредных веществ

### **Башня Марсельеза, Франция, Марсель.**

Спроектированная Жан Нувелем 135-метровая башня Марсельеза в Марселе демонстрирует не только архитектурное и техническое мастерство, но представляет собой современное решение, как с точки зрения инженерной мысли, так и с точки зрения создания микроклимата в здании. Жан Нувель спроектировал башню Марсельеза как «математическую рамку, перемежающуюся штрихами теней и огней», окрашенную в пастельные тона. Фасад является самонесущей, цветной, природной субстанцией с ритмичным перемежающимся рисунком (рис.5).

Играя со светом, Марсельеза оживляет визуальное движение, защищая с помощью **УНРС** внутренние пространства от прямых солнечных лучей. Это в свою очередь помогает справляться системе кондиционирования с поддержанием внутреннего микроклимата, особенно в жаркие французские

дни. В том числе и по этой причине, Башня Марсельеза получила престижную оценку Gold по сертификации LEED BD+C в 2018 г.



**Рис.5.** Башня Марсельеза, Франция, Марсель

### **Башня Zeena, Ливан, Бейрут.**

Башня Zeena имеет фасад высотой 100 метров со стороны, выходящей на скоростную автомагистраль, примыкающую к реке Бейрут. Здание включает в себя торговые помещения, офисы, жилые помещения и парковочные места. Для осуществления этого проекта было изготовлено 1'150 панелей размером 2,75м x 6,0м из **УНРС**. Даже при таких больших размерах панели крепились непосредственно к строительным плитам в четырех точках с помощью креплений из нержавеющей стали и без какой-либо дополнительной стальной подконструкции (рис.6).

Благодаря высоким прочностным свойствам фасад из УНРС с коэффициентом перфорации от 20 до 50% сократил нагрузку на систему охлаждения здания, а использование так называемой «дабл скин» позволило уменьшить шумовое загрязнение от рядом проходящей магистрали.



**Рис.6.** Башня Zeena, Ливан, Бейрут.

### **Лофт Shum Yip UpperHills, Шэньчжэнь, Китай.**

Расположенный в городе Шэньчжэнь, Китай, проект Шумиип является одним из 20 крупнейших проектов, посвященных 30-летию создания Шэньчжэньской особой экономической зоны. На общей площади около 1.2 млн. м<sup>2</sup> для фасадных элементов был использован сверхвысокопрочный фибробетон. Общая площадь панелей составила 13,400 м<sup>2</sup>. Проект нацелен на то, чтобы стать лучшим городским комплексом в Азии, и включает в себя торговую улицу, торговый центр, исследовательский офис, лофт, роскошный отель и т. д. Фасад выполнен в виде решетки с перфорацией 50% и толщиной каркаса панели 20 мм (рис.7).

Применение **УНРС** позволило снизить пиковые нагрузки на климатическое оборудование и сделать здание более комфортным для пребывания людей.



**Рис.7.** Лофт Shum Yip UpperHills, Шэньчжэнь, Китай.

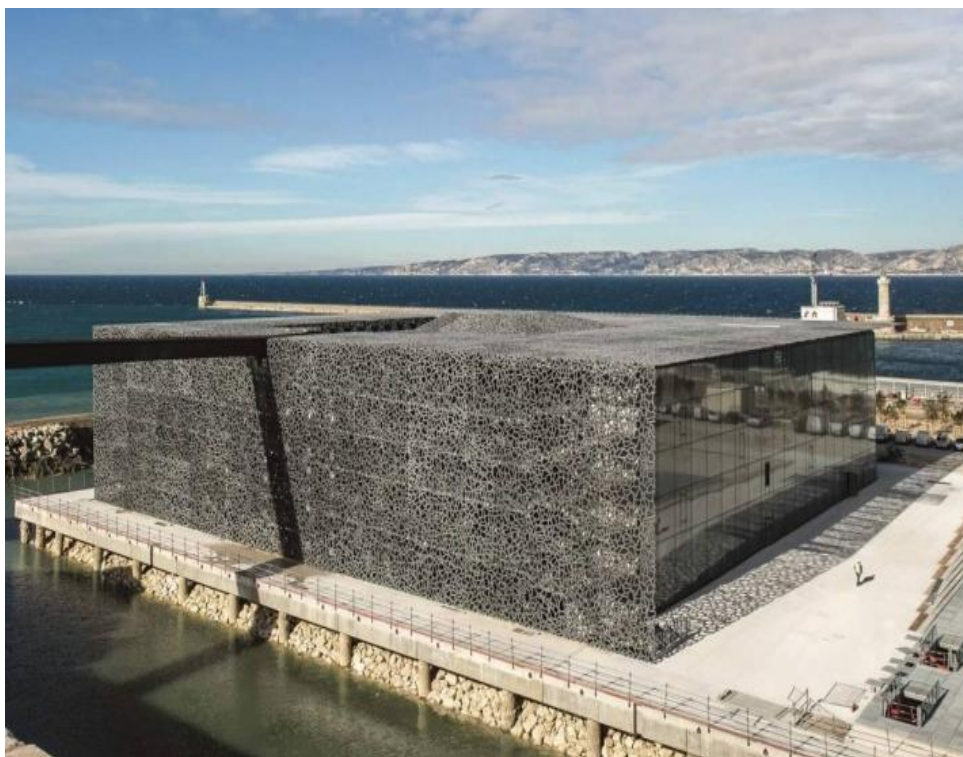
### **MuCEM, Марсель, Франция.**

На набережной Старого порта в Марселе, архитектор Руди Риччотти спроектировал исключительное общественное здание под названием MuCEM. Это первый в мире музей, посвященный цивилизациям Европы и Средиземноморья. Строительство MuCEM было настолько инновационным, что потребовало пяти технических экспериментальных оценок, проведенных CSTB. Бетонное кружево из решетчатых конструкций **УНРС** простирается по фасаду и крыше и выполняет функцию фасадных элементов и солнцезащитных козырьков. Созданные для защиты от яркого средиземноморского солнца, они отбрасывают тень вдоль периферийного прохода и на террасу, и на крышу (рис.8).

Панели из **УНРС** способны выдерживать экстремальные нагрузки средиземноморских ветров. Благодаря сложной перфорации для посетителей



музея удалось создать уникальный микроклимат в здании и снизить энергопотребление на кондиционирование в жаркие месяцы года.



**Рис.8.** МуСЕМ, Марсель, Франция.

В заключение хотелось бы отметить, что эстетическая составляющая, создание микроклимата внутри зданий, а также долговечность изделий, производимых из **УНРС**, не являются единственными аргументами в пользу «зелености» сверхвысокопрочных фибробетонов. Способность **УНРС** адаптироваться под стремительно меняющиеся запросы пользователей позволяет добавлять баллы в соответствующие разделы сертификационных систем и стандартов в области устойчивого развития.

### **Библиография**

1. Постановление Правительства РФ от 21.09.2021 N 1587. Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации.

2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1)

3. Thomas, M., et al., Marine Performance of UHPC at Treat Island”, HiPerMat, 3rd International Symposium on UHPC, Kassel, Germany, 2012.

4. Ваулин А.Н. Ductal® – инновационный материал для сертификации зданий по зеленым стандартам. Интернет ресурс: [http://office.abok.ru/work/energo\\_05\\_2021/14/](http://office.abok.ru/work/energo_05_2021/14/)

5. Гишар Олег. Прочность без границ. Интернет ресурс: <https://archi.ru/tech/92951/prochnost-vechnost-krasota>

# ГЕОГРАФИЯ ОХРАНЯЕМЫХ РАЙОНОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

**Родригес С.**, аспирант 4 года обучения, НИУ МГСУ, г. Москва

Научный руководитель **Н.В. Мокрова**, д-р тех. наук, доцент, НИУ  
МГСУ, г. Москва

## **Аннотация**

Задачи оценки эффективности, экономии и охраны водных ресурсов рассмотрены в рамках устойчивого использования водных ресурсов на Кубе. Стратегия комплексного управления гидротехнической ситуацией обусловила необходимость внедрения новых моделей и инструментов планирования и управления природными ресурсами. Информация ГИС использована как инструмент поддержки принятия решений для улучшения комплексного управления водоснабжением и организацией экологичной городской среды. Предлагаемый инструментариум позволяет проводить исследования областей для размещения гидротехнических сооружений, уменьшая социально-экологический ущерб. В настоящем исследовании предлагается вспомогательная модель для анализа и отбора районов для расположения плотин (М-ВРРП) с использованием экологических критериев в качестве основной предпосылки. Разработанные методы и алгоритмы позволяют уменьшить время анализа областей, устраняя субъективность выбора, при этом выбор областей выполняется с учетом охраняемых районов. Валидация алгоритмов выполнена на примере муниципалитета Маникарагуа провинции Вилла-Клара, Куба.

**Ключевые слова** проектирование плотин, водоохраные территории, задача выбора.

## Введение

Ограничения в отношении водных ресурсов, обусловленные природными и антропогенными факторами. Население Кубы сталкивается с нехваткой воды с одной стороны, и экстремальными гидрометеорологическими явлениями в виде циклонов, с другой. Экологическая целостность водосборов оказывает решающее влияние на экономический рост и социальное развитие страны. Одной из важных целей строительства гидротехнических сооружений является предотвращение погодных явлений (ураганы, циклоны, тропические штормы, сильные дожди), а также обеспечение надежного и бесперебойного водоснабжения секторов экономики и населения. Расположение Кубы недалеко от восточной границы Мексиканского Залива, относящегося к Северо-Атлантическому океаническому водосбору, характеризует этот район образованием тропических циклонов, что приводит к значительным осадкам [1]. Из-за литологических особенностей, рельефа и географического положения острова Кубинский архипелаг подвержен разнородным наводнениям и стихийным бедствиям, последствиям экстремальных дождей (Рисунок 1). Климатическое состояние Кубы приводит к существованию двух хорошо выраженных сезонов: сезон засухи и сезон наводнений, который вызывает экономический, экологический и социальный ущерб.



**Рис. 1.** Климатические явления на о. Куба

Расширение сети гидравлической инфраструктуры, развитие сетей водоснабжения и распределения питьевой воды, работы защите окружающей среды особенно важны. В настоящее время на острове имеется 242



водохранилищ и более 800 небольших плотинах, создана система акведука, существует более 22 тыс. км сетей и более 2 тыс. станций для водоочистных.

[2] Инфраструктура гидротехнических сооружений для водоснабжения всех видов использования позволяет располагать потенциальным годовым объемом более 13600 млн. м<sup>3</sup> воды, что составляет 67 % от объема поверхностных вод и 33 % от грунтовых. Показатель объема доступной воды на душу населения для Кубы 1240 м<sup>3</sup> в год. Примерное распределение воды следующее: на 70 % – для орошения, 20% – для снабжения населения, оставшиеся 10% – для других целей. Гидрологическая инфраструктура состоит из плотин и водоотводов, магистральных каналов и насосных станций, решающих, в частности, задачи по защите от наводнений.

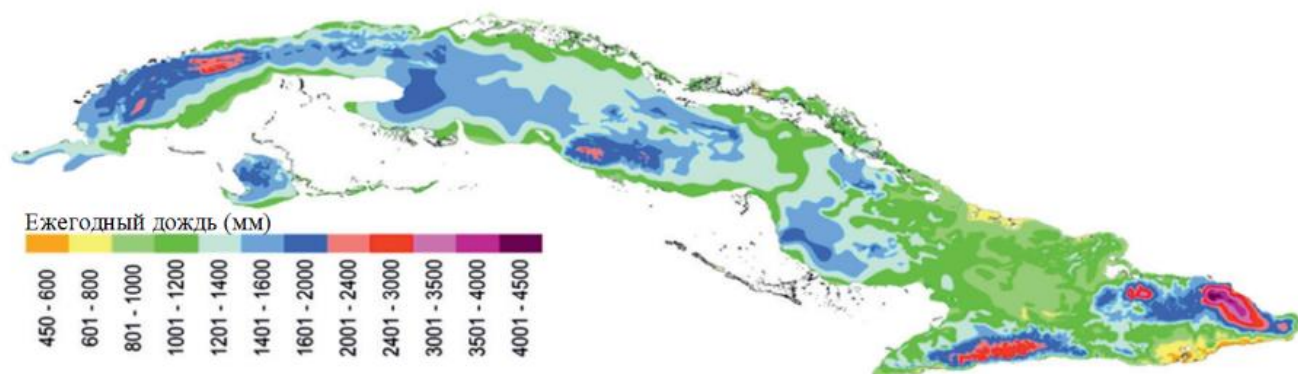
Водные ресурсы Кубы можно охарактеризовать чрезмерной эксплуатации водосборов, сбросом загрязняющих веществ, проблемами сельскохозяйственного землепользования, урбанизацией и т.д. Выявлено в общей сложности 14426 источников загрязнения, из них 2258 классифицируются как основные, влияющие на качество наземных вод в водосборных водосборах, их подразделяют на 698 – сельскохозяйственного происхождения, 254 – муниципального, 594 – промышленного и 712 – бытового. Системы очистки, из них: жировые ловушки, ямы и септики – 70,7 %, окислительные лагуны – 27,1 %, очистные сооружения – 2,2 %, работают неэффективно.

Вода является одним из основных природных ресурсов, жизненно важных для жизни человека, ключевым фактором, определяющим экономическое и социальное развитие, и в то же время – одним из основных элементов защиты экосистем. Хозяйственная деятельности оказывает значительное влияние на доступность этого ресурса в населенных пунктах, промышленных и туристических центрах, а также в сельскохозяйственных районах требует больших усилий для обеспечения воды в надлежащем количестве и качестве.

## Методы

Задача строительства плотин напрямую связана с климатологическими явлениями. Суровые гидрометеорологические условия составляют угрозу для страны, изучение явлений, связанных с наводнениями, развитие методов, техники и инструментария, которые помогают сохранить жизнь и ресурсы широко исследуются [3, 4, 5]. Процесс всесторонней оценки всех потенциальных участков строительства гидротехнических объектов от этапов предварительного технико-экономического анализа, изучения цифровой модели рельефа, аэрофотосъемки или спутниковых снимков. При этом модели наиболее перспективных участков разрабатываются гидрологические модели и/или данные для оценки эффективности плотины в выбранных местоположениях, это неизбежно трудоемкий и субъективный процесс [6, 7]. Отметим, что явление изменения климата связано, в частности, с загрязнением воды; разрушением гидравлической экосистемы, ее иррациональным использованием в производственных целях [8].

Анализ водосборов в зависимости от распределения осадков – важная задача (Рисунок 2). Отмечено [9], что водохранилища используются на 50 % своей мощности, не решена задача их рационального использования только 29,93 % используются для конкретных целей, что приводит к неадекватности поставок.



Историческая ежегодная фольга	1335 мм	Центральный Регион	1311,1 мм
Западный Регион	1437,4 мм	Восточный Регион	1278,0 мм

**Рис. 2.** Характеристика осадков на о. Куба

Геоинформационные системы (ГИС) позволяют обрабатывать большие объемы пространственной и временной информации, в частности топографической, картографической или гидрологической [10]. Гидрологический анализ с использованием ГИС позволяет выполнять базовые исследования. ГИС – мощный набор инструментов для сбора, хранения, извлечения, анализа и визуализации географической информации [11], интеграция программ автоматизированного проектирования (САПР, англ. Computer Aided Design) с утилитами управления цифровым картографированием во взаимосвязи с программным обеспечением для управления базами данных. В качестве свободно доступных моделей используют ASTER-GDEM (англ. Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer – Global Digital Elevation Model) [12], разработанный на основе методов стереоскопической корреляции точек на поверхности. Дистанционное зондирование использует лицо, принимающее решения (ЛПР), сокращая время и затраты ресурсов [13].

Для оценки подходящих участков и методов сбора воды предложены различные методологии выбора [4,14]. Mbilinyi В.Р. [15] применил многокритериальный подход (англ. Multiple Criteria Decision Making, (MCDM)) для определения областей для технологий сбора воды в контексте ГИС. Комбинация MCDM-ГИС имеет потенциал для обеспечения рационального, объективного и беспристрастного подхода к принятию решений при определении потенциальных мест при проектировании гидротехнических сооружений. При этом методология может быть улучшена, с учетом других факторов, например, социально-экономических. В частности, исследования не рассматривают задачу идентификации точек в районе для размещения плотин, а

лишь указывают область в целом. Используют проприетарные инструменты, такие как ArcGIS, GISILWIS, ArcView, ArcMap и другие, в которых вся работа выполняется вручную с использованием набора функций и компонентов, присутствующих в них. В некоторых случаях разработанные инструменты предназначены для конкретных типов плотин с определенными целями, зачастую не учитываются экологические или социальные факторы, в частности предотвращение наводнений.

Принятие решений о землепользовании само, по себе, является проблемой многокритериального решения. По этой причине методы MCDM используют для поддержки процесса принятия решений [16] путем анализа пригодности земли для строительства плотины. Интеграция ГИС–MCDM облегчает моделирование, поскольку ускоряет пространственный анализ переменных и параметров, позволяя объединять распределенные и агрегированные данные. Методы многокритериальной оценки в задачах планировании строительства гидротехнических сооружений позволяют выбирать места, обладающие наибольшей дискриминационной силой при снижении размерности данных. Несмотря на различия между моделями и результатами, полученными разными исследованиями, можно отметить превосходство некоторых моделей над другими в определенных областях. Разработка взаимосвязанной модели перспективный вариант для получения более интегративной и эффективной оценки потенциальных областей.

## **Результаты**

Разработана методология многокритериального анализа для решения проблем выбора районов для размещения плотин на основе методов АНР и TOPSIS, что позволяет при сравнении местоположений учитывать качество возможных дополнительных решений [17, 18, 19, 20]. Использован гибридный метод пространственного анализа, что гарантирует сохранение преимуществ ГИС и MCDM. Предложена методология учета размытых предпочтений ЛПР, основанная на установлении интервалов отношений, при оценке важности

критериев и подкритериев, что позволило сократить число оценок ЛПР за счет заполнения матриц парных сравнений и обеспечения их согласованности.

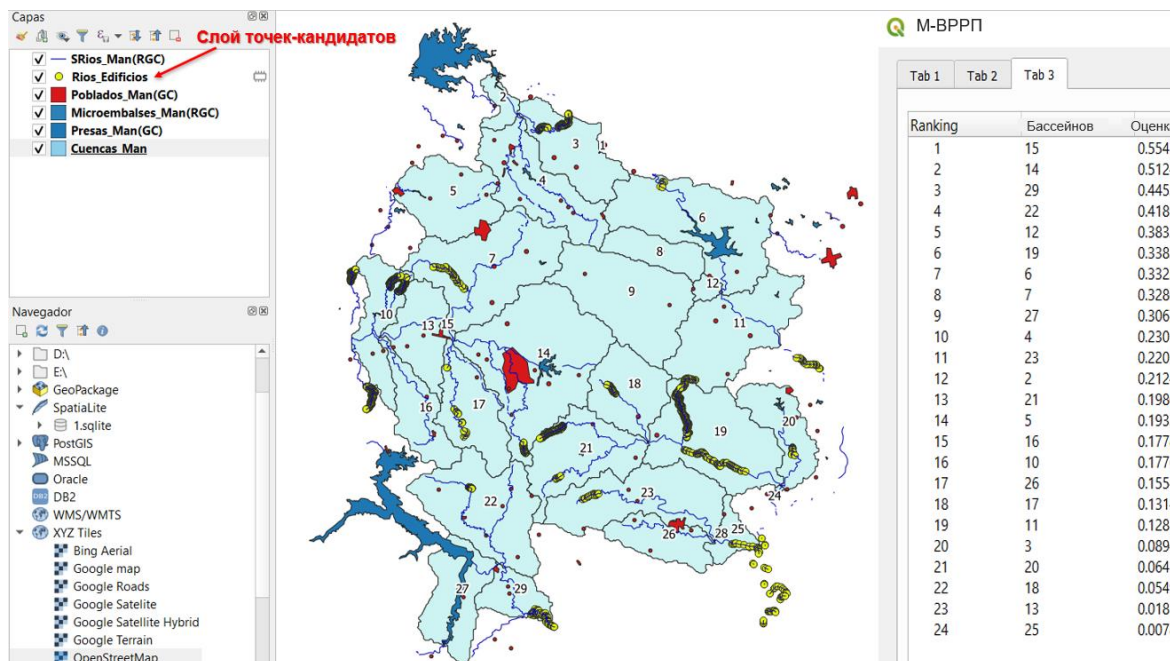
Процедура сравнения альтернатив была разработана путем анализа подкритерий и последующего построения парных матрицы, исключив ЛПР в качестве объекта оценки и включив М-ВРРП в качестве ответственного за эту деятельность.

Модель М-ВРРП разрабатывается для решения проблем ВРРП с использованием методов многокритериального анализа и алгоритмов пространственного анализа областей, что позволяет проводить гидрологический анализ бассейнов и последующий анализ речных областей.

Предложенная модель выбора районов размещения плотин позволяет получить векторный слой с областями рек, которые гидрологически подходят для размещения плотин (Рисунок 3). Гибридный метод АНР-TOPSIS позволяет в каждом конкретном случае получить карта районов, подходящих для размещения плотин, исключая природоохранные зоны. В рамках исследования непригодные районы составляют 49 % территории, принадлежащей муниципалитету Маникарагуа. В то время как зоны, выбранные как подходящие, составляют 23 %. Последние представляют наименьший возможный риск при размещении плотин, поскольку они в основном соответствуют действующему законодательству о социальной и экологической политике.

### **Заключение**

Плотины играют важную роль в обеспечении доступности воды и гидрологического планирования. Метод выбора районов размещения плотин предложено использовать при выбор области в задаче проектирования гидротехнических сооружений. Метод обеспечивает эффективное гидрологическое планирование, как по качеству, так и по количеству, что является ключевым аспектом обеспечения эффективности, результативности и



**Рис. 3.** Рабочая область инструмента и геопространственное распределение потенциальных районов

устойчивости инвестиций. Он позволяет принимать решения относительно возможности создания ресурсосберегающей инфраструктуры, обоснованного финансирования проектов, в конечном счете – доступности водных ресурсов для населения. Метод может позиционироваться как инструмент анализа и регулирования при строительстве плотин. Использование метода выбора районов размещения плотин сокращает время анализа районов, снижает субъективность отбора и позволяет осуществить выбор областей, исключив непосредственное воздействие на охраняемые территории, экологические заповедники, промышленные районы, или оказывая по крайней мере наименьший ущерб при урбанизации территорий.

### Библиография

1. Brugal A. P., Armaignac A. D., León N. M. de El coeficiente de Manning y el cambio de precisión de los MDT en la simulación hidráulica // Ingeniería Hidráulica y Ambiental. 2010. № 3 (31). С. 21–27.
2. Instituto Cubano de Radio y Televisión (ICRT) Radio Reloj: Emisora Cubana de Noticias // Fidel: padre de la voluntad hidráulica en Cuba [Электронный

ресурс]. URL: <http://www.radioreloj.cu/es/revista-semanal/fidel-padre-la-voluntad-hidraulica-cuba-2/>.

3. Особенности проектирования и строительства гидротехнических сооружений в условиях жаркого климата. Розанов Н.П., Румянцев И.С., Корюкин С.Н., Каганов Г.М. и др. Колос. – М.: 1993. - 304с. ISBN 5-10-001557-8.

4. Гидротехнические сооружения. Розанов Н.П. (ред), Бочкарев Я.В., Лапшенков В.С., Журавлев Г.И., Каганов Г.М., Румянцев И.С. Агропромиздат. – М.: 1986. 432 с.

5. Méndez A. J. L. [и др.]. Una estrategia de gestión para la alerta temprana ante peligro de inundaciones debido a intensas lluvias. // Ingeniería Hidráulica y Ambiental. 2010. № 3 (XXXI). С. 14–20. .ISSN.1680-0338.

6. Petheram C., Gallant J. C., Read A. An automated and rapid method for identifying dam wall locations and estimating reservoir yield over large areas // Environmental Modelling and Software. 2017. № C (92). С. 189–201.

7. Vázquez S. R., Mokra N. V The integration of mathematical models of the dams in GIS // Journal of Physics: Conference Series. 2019. № 1 (1425). С. 012145.

8. Duque J. A. D. The water in Cuba: a challenge to sustainability // Ingeniería Hidráulica y Ambiental. 2018. № 2 (39). С. 46–59. .ISSN.1680-0338

9. Instituto Nacional de Recursos Hidráulico Instituto Nacional de Recursos Hidráulico. Principales Indicadores y datos de infraestructura hidráulica. La Habana, 2016.

10. Oosterom P. van., Kreveld M. van. Geo-information and computational geometry // Geo-Info. 2006. № 1 (3). С. 39. ISBN.9789061322993. ISSN.15725464

11. Burrough P. A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. // Principles of geographical information systems for land resources assessment. 1986. № 3 (1). С. 54–54

12. NASA Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) [Электронный ресурс]. URL: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>

13. Baban S. M. J. Use of remote sensing and geographical information systems in developing lake management strategies // *Hydrobiologia*. 1999. № 0 (395/396). С. 211–226.
14. Гидротехнические сооружения. /Г.В. Железняков, Ю.А. Ибаз-заде, П.Л. Иванов и др.; Под общ. Ред. В.П. Недриги. –М.: Стройиздат, 1983. – 543 с., ил. – (Справочник проектировщика).
15. Mbilinyi B. P. [и др.]. GIS-based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting // *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 2007. № 15–18 (32). С. 1074–1081.
16. Chernoff H., Moses L. E., Morris W. T. Elementary decision theory // *Engineering Economist*. 1961.
17. Rodriguez Vazquez, S., Mokrova, N. Spatial analysis methodologies using multicriteria evaluation approaches // *Magazine of Civil Engineering*. 2020. 99(7). Article No. 9902.
18. Родригес В.С., Мокрова Н.В. Векторно-пространственный анализ слоёв приложений гис для размещения стратегических точек при проектировании плотин // *Строительство и техногенная безопасность*. 2021. № 20(72). с.43-51.
19. Родригес Васкес С., Мокрова Н.В. Гибридные алгоритмы геопространственного анализа точек расположения плотин в задачах защиты охраняемых районов. *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*. 2021;48(2):40-49. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2021-48-2-40-49>.
20. Vázquez S.R., Mokrova N. V. Hybrid System (M-SALD) of Multicriterial Analysis as a Decision Support Tool for the Selection of Areas for the Construction of Hydraulic Structures // *Artificial Intelligence in Project Management and Making Decisions*, 2022. Vol. 1035(Chapter 22).



## РАЦИОНАЛЬНО И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ СИНГАПУРА

**Спицов Д. В.** кан. тех. наук, директор ИИЭСМ

**Чебан А. Н.** старший преподаватель, МАРХИ, г. Москва

### **Аннотация**

Современные инженерные решения позволяют использовать на технические нужды атмосферные и канализационные воды, после предварительной очистки тем самым экономя более 60% водных ресурсов.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, современные города, архитектурная инженерия

Сингапур сегодня это яркий пример интегрированного управления водными ресурсами и формирующего глобальным гидроузлом - ведущим центром деловых возможностей и экспертных знаний.

Стратегия управления водными ресурсами заключается в следующем:

- вода из системы водосбора – собрать каждую каплю воды;
- опреснение морской воды;
- использование импортной воды;
- newater (многократное (бесконечное) использование воды)

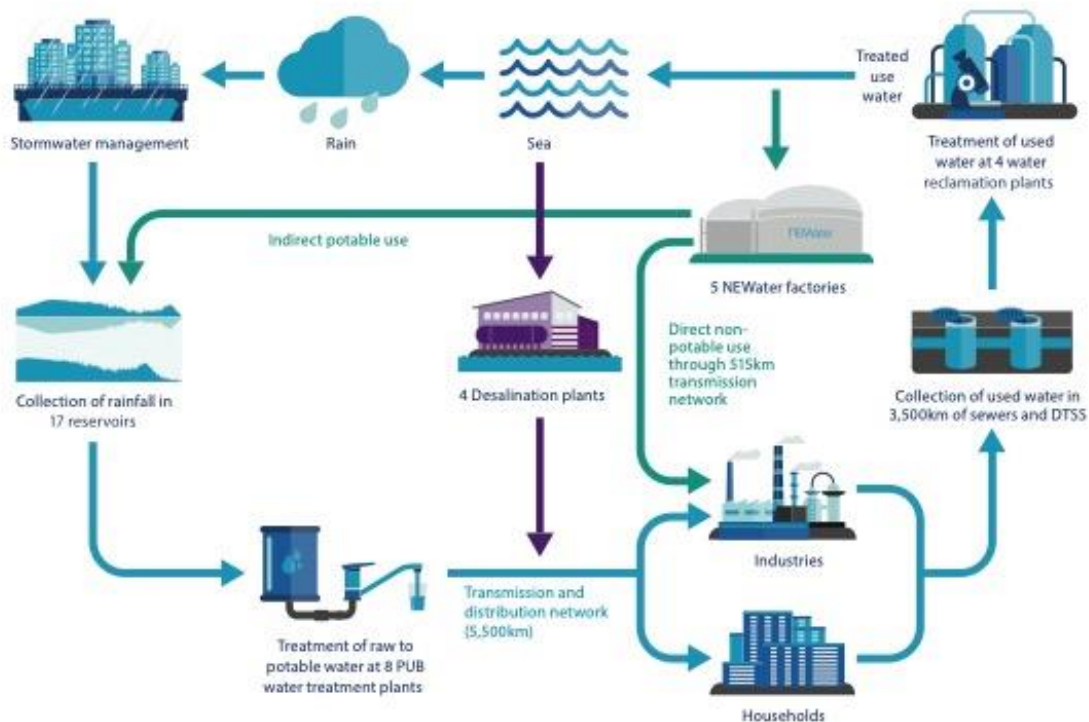


Рис.1. Водоснабжение Сингапура [1]

## ВОДА ИЗ СИСТЕМЫ ВОДОСБОРА – СОБРАТЬ КАЖДУЮ КАПЛЮ ВОДЫ

Атмосферные осадки в Сингапуре направляются в 17-ть водохранилищ по каналам, рекам и стокам, прежде чем они становится пригодным для питья.

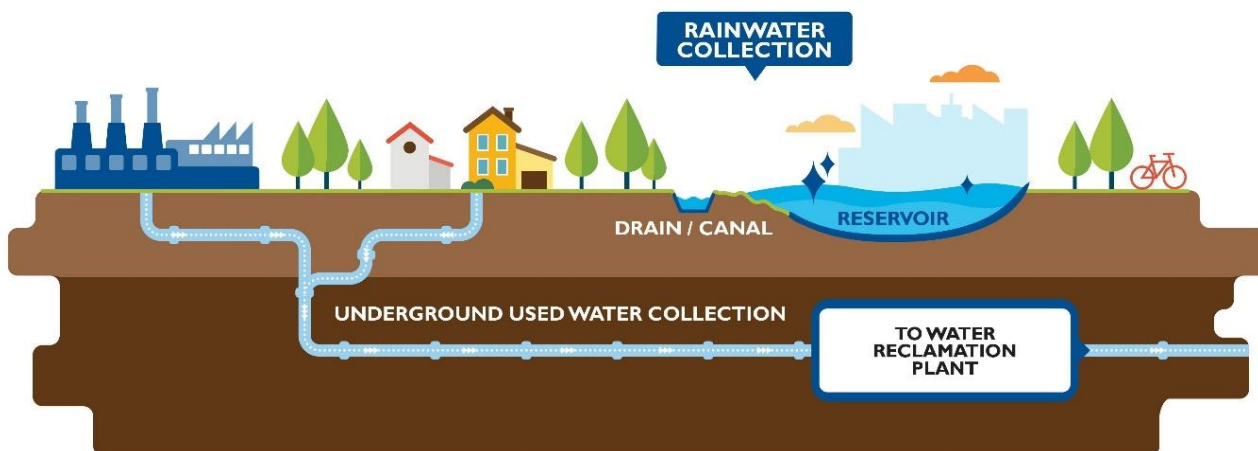


Рис. 2. Сбор ливневых вод [1]

Кроме того, использованная вода проходит через подземную сеть для регенерации воды, то есть процесса преобразования сточных вод в воду, которую можно повторно использовать для других целей (технические нужды), кроме питья. Также техническая вода используется на орошение в сельскохозяйственных целях или пополнении запасов грунтовых вод.

## ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ

Применяя технологию опреснения для преобразования окружающей морской воды в питьевую воду, PUB в настоящее время имеет 2 действующие опреснительных установки (с различными способами опреснения), которые сегодня обеспечивают 25% потребности Сингапура в воде.

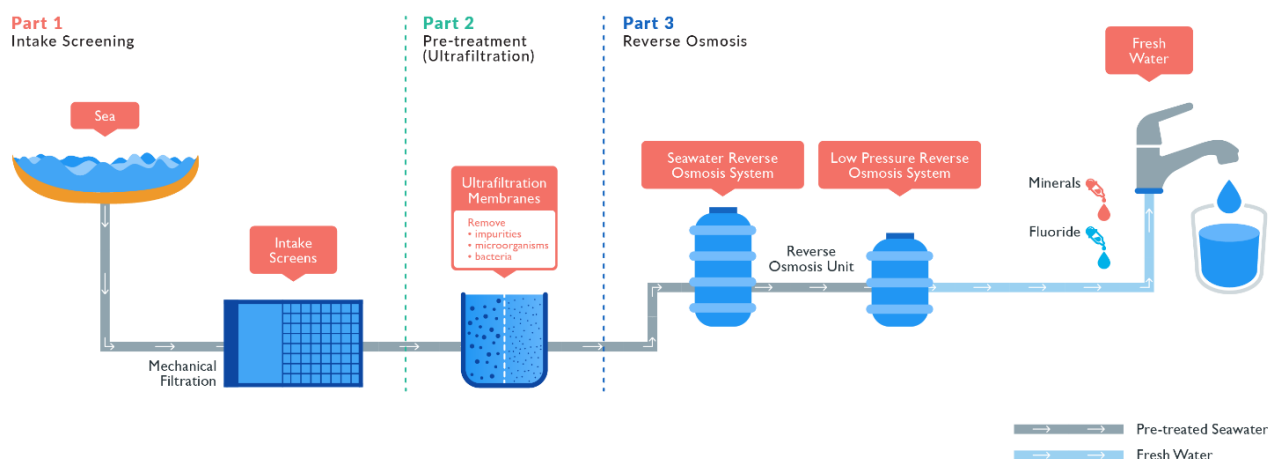


Рис. 3. Схема опреснения морской воды [1]

В Сингапуре ожидается строительство еще 3-х станций опреснения. Ожидается, что использование опресненной воды будет расти, и в 2060 году будет удовлетворять 30% потребности Сингапура в воде. Тем временем совет по коммунальным услугам (PUB) ищет способы опреснения воды, которые потребляют меньше энергии для обеспечения устойчивости источника.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПОРТНОЙ ВОДЫ

В соответствии с Соглашением о водных ресурсах 1962 года, срок действия которого истекает в 2061 году, Сингапур получают до 250 миллионов галлонов воды в день из реки Джохор, и Сингапур возвращает услугу, предоставляя Джохору процент очищенной воды.

Водохранилище Линджиу, построенное в дополнение к Водному соглашению 1962 года, обеспечивает надежный приток сырой воды к водопроводной станции реки Джохор, которая принадлежит и управляется PUB для очистки.



Рис. 4. Карта поставки воды в Сингапур из Малайзии [1]

## NEWATER

В процессе newater использованная вода перерабатывается в сверхчистую, высококачественную воду, которую впоследствии можно использовать для всех питьевых, не питьевых (технические нужды) или косвенно питьевых целей.

Не питьевое использование newater включает промышленные цели и систему охлаждения воздуха на заводах, а также в промышленных и коммерческих зданиях.

Косвенно питьевое использование состоит в смешивании newater с сырой водой в резервуарах, в засушливые периоды для обработки перед подачей их потребителям в качестве водопроводной воды.

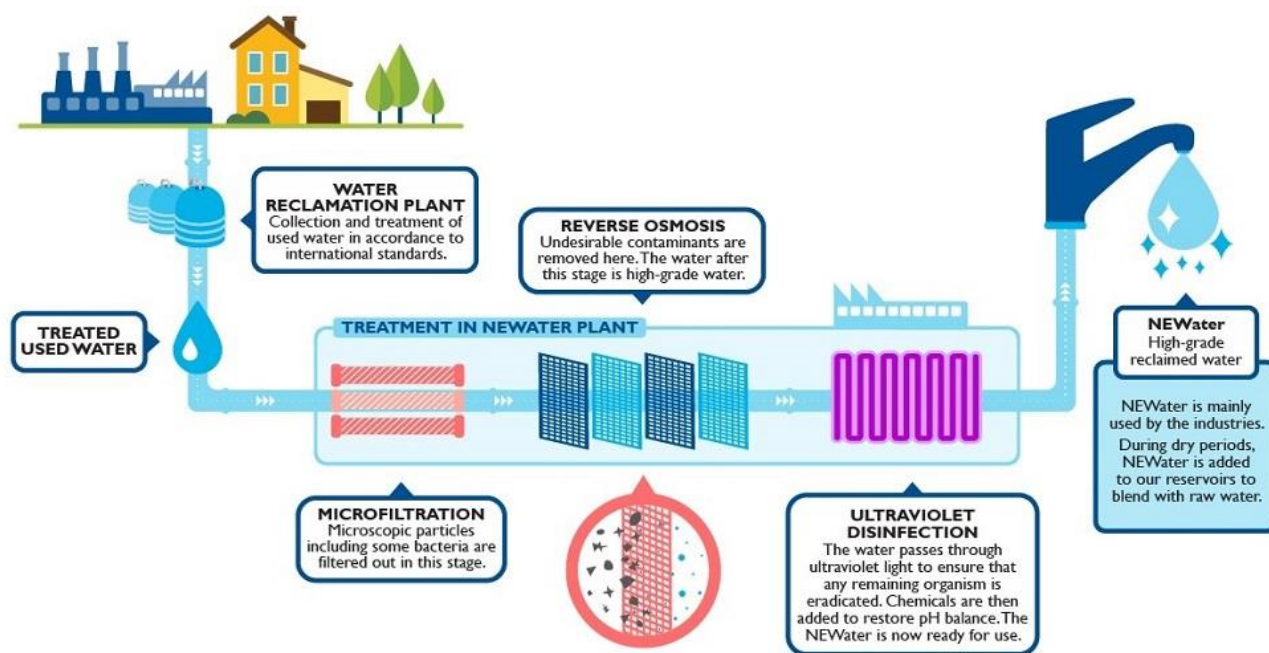


Рис. 5. Схема newater [1]

Целостный подход совета по коммунальным услугам (PUB) в Сингапуре по управлению водными ресурсами сводится к трем ключевым стратегиям:

1. Собирайте каждую каплю: в городе-государстве с ограниченной площадью для сбора дождевой воды важно учитывать каждую каплю дождя. PUB планирует увеличить водосборный бассейн Сингапура с двух третей до 90% территории страны. Благодаря отдельным системам сбора дождевой воды и отработанной воды, надлежащей политике планирования землепользования и строгому экологическому контролю собранная дождевая вода защищена от загрязнения.

2. Бесконечное повторное использование воды. Вторичное использование воды — наиболее устойчивый и рентабельный способ увеличить водоснабжение Сингапура. Чтобы увеличить уровень рециркуляции, PUB планирует:
  - утилизировать использованную воду из промышленных источников для не питьевого использования;
  - увеличить восстановление воды в результате рекультивации воды и водоподготовки newater;
  - сокращение потерь от снабжения PUB за счет поощрения прибрежных компаний к использованию морской воды для процессов охлаждения.
3. Опреснение морской воды. Поскольку остров окружен морем, опреснение является естественным вариантом для Сингапура. PUB продолжит инвестировать в исследования и разработки для дальнейшего повышения экономической эффективности опреснения морской воды.

Подводя итоги можно определить главные способы сохранения водных ресурсов:

1. **Повторное использование канализационных стоков.** Канализационные стоки от сантехнических приборов, собираются в резервуаре, который установлен в подвале здания и ли на территории, после чего проходят очистку и используются для смыва в унитазах.
2. **Использование атмосферных вод (дождевой и талой воды).** Дождевая и талая вода собирается в резервуары и после дополнительной очистки используется на технические нужды здания (полив растений в здании и на территории, в фонтанах и искусственных водоемах, мытье машин и тротуара и т.д.)

Повторное использование канализационных стоков и атмосферных вод позволяет экономить более 70% водных ресурсов планеты.

### Стратегия управления водными ресурсами:

1. Обеспечение эффективного, адекватного и устойчивого снабжения водой населенные пункты.
2. Управление водными ресурсами должно находиться в руках одного государственного агента.
3. Расшить обмен знаниями между регионами и странами для создания инновационных решений в области водоснабжения.
4. Создания долгосрочного генерального плана использования водных ресурсов.
5. Формирования цены на воду должна складываться из полной стоимости её производства и транспортировки к потребителю.

### **Библиография:**

1. International Water Association официальный сайт. – URL: <https://iwa-network.org/city/singapore> (дата обращения 10.12.2021г)
2. Чебан А. Н., Спицов Д. В. "Соранение водных ресурсов на примере Сингапура" // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. — М. : МАРХИ, 2022. — 932 с. С. 834

## **РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ КРУПНЫХ ГОРОДОВ**

**Миронова А.И.**, студент 2 курса 42 группы. НИУ МГСУ, г. Москва

Научный руководитель **Ю.Г. Страшнова**, канд. тех. наук, доцент, НИУ МГСУ, г. Москва

**Аннотация.** В докладе рассмотрены этапы развития системы общественных центров крупных городов, раскрываются проблемы сложившихся систем общественных центров, а также приводятся объемно-планировочные приемы, которые позволяют решить данные проблемы. Таким образом, ступенчатая система обслуживания способствовала социальной «замкнутости» жилых районов, планировочной жесткости и статичности системы, сохранению строгой вертикальной иерархии. Данный подход обеспечивал минимальный уровень обслуживания населения и ограничивал пути его совершенствования. Решением проблем экологии, которые появляются также из-за нехватки свободных пространств, является поиск новых архитектурно-планировочных решений и развитие современных технологий и материалов. Например, создание и модернизация открытых, полужакрытых и закрытых пространств и зон отдыха, создание озеленения на кровлях зданий («зеленые крыши»), озеленение фасадов, использование мобильного озеленения.

**Ключевые слова.** общественный центр, функционально-пространственная организация, формирование системы общественных центров, зеленые строительные технологии, зеленые технологии, зеленые крыши.

### **Введение**

Город является материально-пространственной средой, в которой реализуется все многообразие деятельности человека. Крупнейшие города



характеризуются высокой концентрацией постоянного и временного населения. Актуальной задачей является обеспечение комфортных условий проживания, в первую очередь, в части обеспечения культурно-бытовыми услугами и местами приложения труда. В настоящее время крупнейшие российские города обладают рядом хронических проблем в части количественного и качественного развития социальной инфраструктуры. В условиях отсутствия территориальных резервов в районах сложившейся застройки приоритетным направлением развития города становится повышение эффективности использования территорий общественного назначения. Предметом пристального внимания становится система общественных центров города, как территория, обладающая удобной транспортной доступностью.

Первой отечественной системой, регулирующей вопросы насыщения городских территорий обслуживающими функциями, типологии и размещения учреждений явилась теория ступенчатости общественного обслуживания [1]. Ступенчатая организация подразумевала деление города на планировочные единицы (микрорайоны, жилые районы, центральную часть города). Это позволило более рационально распределить общественное обслуживание. Для понимания количества и мест размещения объектов были определены ступени (уровни) обслуживания по частоте спроса на различные услуги. В итоге получена строгая вертикальная подчиненность: 1 ступень - повседневное обслуживание (радиус доступности - до 500 м, для микрорайона), 2 ступень - периодическое (радиус доступности до 1500 м, для жилого района), 3 ступень - эпизодическое (общегородской центр с ненормируемым радиусом доступности) [2].

Вначале общественные центры формировались отдельно стоящими зданиями. Поиски более эффективных решений привели к появлению многофункциональных типов общественных центров, представленных типовыми сериями общественных зданий для размещения на территории микрорайонов и жилых районов. Но внедрение прогрессивных на тот момент времени типов общественных зданий и комплексов, функционирующих на

принципах ступенчатости, не избавило систему обслуживания от проблем и недостатков.

Таким образом, ступенчатая система обслуживания способствовала социальной «замкнутости» жилых районов, планировочной жесткости и статичности системы, сохранению строгой вертикальной иерархии. Данный подход обеспечивал минимальный уровень обслуживания населения и ограничивал пути его совершенствования.

В 1970-х гг. общественные центры стали размещать ближе к остановкам общественного транспорта, вдоль улиц и магистралей. Это означало, что общественные центры обслуживают как жителей своего, так и соседних районов. То есть принцип микрорайонной структуры утрачивал свою актуальность. Функциональная система отличается от ступенчатой тем, что деление обслуживания на две категории не связывалось с конкретными членениями территории, а предполагало образование единой открытой системы в городе, построенной на учете общегородских связей и интересов населения, его пространственной мобильности.

Вместе с этим, изменение социо-культурных потребностей населения, трансформация планировочной морфологии жилых районов, усложнение транспортной инфраструктуры и другие факторы привели к необходимости модернизации системы культурно-бытового обслуживания.

### **Материалы и методы**

Осуществление этого процесса стало возможным за счет рационального использования общественных территорий, примыкающих к зонам с высокой транспортной доступностью. При этом необходимо учитывать цели и объемы перемещения населения по городу, внутригородские и внешние функциональные связи, потребительский спрос разных групп населения. В условиях городской застройки образуются многофункциональные структуры с различным радиусом доступности, формирующие сложную планировочную систему.

В условиях неизбежного сокращения площади общественных пространств вследствие быстрой урбанизации города имеющиеся проблемы нехватки объектов повседневного и периодического спроса для различных категорий населения решаются за счет комплексного развития общественных функций. Внедряются такие объемно-планировочные приемы, как размещение общественных функций в первых этажах жилых зданий, создание многофункциональных комплексов социального назначения, интеграция социальных функций в объекты административного и делового назначения, использование подземного пространства. Данные приемы могут увеличить разнообразие и объем предоставляемых услуг на 15 % при сокращении общей площади нового строительства на 12 % и расхода территории на 18 % [3].

Решением проблем сложившейся системы общественных центров является разработка уникальных типов функционально-пространственной организации, которая позволит обеспечить полноту и максимальное разнообразие культурно-бытовых и административных услуг с учётом зон концентрации дневного населения территории [4].

## **Результаты**

Актуальными проблемами развития системы общественных центров (далее ОЦ) города является: 1) несформированность иерархической структуры ОЦ с учетом частоты востребованности услуг жителями прилегающих жилых кварталов, мигрантов с культурно-бытовыми и трудовыми целями и временного населения; 2) не эффективное использование ценной в градостроительном и инвестиционном плане территории ОЦ; 3) отсутствие дифференциации оптимальных показателей баланса территории ОЦ (соотношения застроенной территории и пешеходно-озелененных пространств) для различных градостроительных условий; 4) несоответствие потенциальной пропускной способности ОЦ (превышение или недостижение) реальной посетительской нагрузке; 5) функциональный состав ОЦ не учитывает потребностей всех групп дневного населения.

## **Заключение**

Решение перечисленных проблем возможно путем структуризации элементов общегородского центра с отображением планировочных, функциональных, демографических показателей и их оптимальных значений, определяемых с учетом расположения ОЦ в структуре планировочного каркаса города, транспортной доступности, посещаемости центра, инвестиционного потенциала территории, функционального назначения прилегающей территории и интенсивности ее использования.

Решением проблем экологии, которые появляются также из-за нехватки свободных пространств, является поиск новых архитектурно-планировочных решений и развитие современных технологий и материалов. Например, создание и модернизация открытых, полузакрытых и закрытых пространств и зон отдыха, создание озеленения на кровлях зданий («зеленые крыши»), озеленение фасадов, использование мобильного озеленения.

Проекты формирования и модернизаций зон экологического комфорта в структуре общественных пространств должны разрабатываться, как единый комплекс скоординированных мероприятий с обязательным учетом природно-климатических условий, с комплексной оценкой существующего озеленения и возможным потенциалом территорий для дальнейшего развития.

## **Библиография**

1. Градов Г.А. Город и быт. М.: Стройиздат, 1968. С. 252.
2. Зазуля В.С. Проблематика и тенденции развития общественных пространств: отечественный и зарубежный опыт // Урбанистика. - 2021.
3. Страшнова Ю.Г., Страшнова Л.Ф. Пути совершенствования функционально-пространственной организации социальной инфраструктуры Москвы – 2021. Т. 16. С. 1136-1151.

4. Страшнова Ю.Г., Макарова И.Е. Социально-демографические аспекты формирования социальной инфраструктуры города Москвы – 2018. Т. 8. С. 59-74.

5. Нормы и правила проектирования планировки и застройки г. Москвы. МГСН 1.01-99

6. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. М.: Стройиздат, 1984. С. 256.

# ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Мокрова Н.В.**, д-р тех. наук, доцент, НИУ МГСУ, г. Москва

## **Аннотация**

Исследован общий синергетический подход и методы иерархического управления применительно к интеллектуальным технологическим системам. Состав, компоненты и их характеристикам, анализируемые на этапах жизненного цикла технических систем, имеют технологический ресурс модернизации, в частности, при выборе воздействий на физическом уровне. Технологическая концепция современных систем обоснована как конечный набор функциональных многоцелевых компонентов и взаимосвязи между ними. Открытые интеллектуальные технологические системы имеют ресурс повышения эффективности технологических процессов и систем управления, который может быть реализован в результате целенаправленно воздействия на производственные процессы, уменьшения затрат материалов и энергии, улучшения качества продукции, повышения эффективности систем автоматического управления.

**Ключевые слова** синергетический подход, методы декомпозиции, технологический ресурс модернизации, высокотехнологичные системы.

Инфраструктура современных городов обуславливает необходимость модернизации инженерных систем, координации элементов производственных цепочек, совершенствования структуры и интенсификации систем управления. Научно-обоснованный подход к построению интеллектуально-ёмких автоматизированных систем управления необходим для эффективного и устойчивого функционирования городских инженерных систем. Исследования производственных и информационных процессов позволили предложить

общий декомпозиционный подход к компонентам функциональных систем и их характеристикам, начиная от предпочтений конкретных пользователей и воздействий на физическом уровне для конкретных локальных технологических процессов

Множество вариантов реализации автоматизированных систем от различных производителей; разнородный состав программных информационных систем; фрагментарное внедрение и локальное их использование для частных задач управления инженерными сетями; а также дистанционное разделение средств решения задач автоматизированного управления делает актуальной постановку и комплексное решение задач автоматизированного управления городской инфраструктурой с использованием интеллектуально-ёмких систем управления. Внедрение средств автоматизации, интеграция информационных сетей и подсистем ведут к формированию единого коммуникационного пространства. Сочетание разных видов интеграции: организационной, функциональной, информационной, программной и технической обеспечивает гибкость инфраструктурной организации.

### **Методы исследования интеллектуальных систем**

Методология синтеза систем управления определяется особенностями интеллектуального развития элементов городского хозяйства способов интенсификации звеньев технологического комплекса на основе реализации декомпозиционных систем многоцелевого управления с противоречивыми критериями функционирования при неопределённости критериев, параметров математических моделей, ограничений и других характеристик и отсутствии универсального метода анализа и синтеза таких систем управления. К общим принципам, отражающим методологию системного подхода исследования систем управления, в работе [1], в частности, отнесены: моделируемость, физичность и целенаправленность. Синергетический подход позволяет сбалансировать проблематику развития интеллектуальных техногенных систем. Проблематика

развития современных городов широко обсуждается [2, 3, 4, 5, 6]. Актуальный вопрос – какие городские подсистемы в полной мере соответствуют современному уровню развития технологий остается открытым. С точки зрения социальной и экологической проблематики «одним из способов концептуализации понятия умный город является его модель как устойчивого и пригодного для жизни города» [7].

Системный анализ позволяет определить наличие ресурса модернизации технологической системы при ее разбиении на функциональные подсистемы на основе выявления и ранжирования недостатков. Этап направлен на улучшение функциональной структуры инженерных подсистем их развитие, поиск возможных воздействий, например с точки зрения, физических принципов, предполагает использование методов поискового проектирования и конструирования [8]. Синтез систем управления непосредственно связан с понятием жизненного цикла технической системы, т.к. предполагает этапы от формирования замысла и целей создания, поиска ее вариантов или аналогов, через ряд выделенных этапов, включая макетирование, конструирование, изготовление, испытание, до оценки путей модернизации.

Композиция и декомпозиция осуществляется в направлении генерирования системы управления более высокого качества. Сложные системы характеризуются областью однозначно непредсказуемого выбора и внутренних критериев целенаправленности, имеют область максимальных и минимальных потенциальных возможностей технологий и их конкретной реализации. Основные направления интенсификации процессов могут быть выделены на основе общеметодологического принципа. иерархической структурной организации данные этапы с целью модернизации существующих систем управления должны рассматриваться как в целом для системы, так и для выделенных её относительно самостоятельных подсистем.



## Предлагаемые подходы

Исследования сложных технологических систем [9 - 10] позволяют говорить о их внутренних потенциальных возможностях и резервах интенсификации процессов. Технические системы с иерархической организацией в силу своего строения и состава обладают технологическим ресурсом модернизации [11]. Системный анализ технологических процессов позволяет выявить таковые (Рис. 1).

Понятие об идеальном техническом решении, используемое наряду с принципами оптимального проектирования, охватывает область улучшения параметров и технологий. Можно утверждать, что в проектируемых системах существует область (показателей, критериев, переменных и т.п.) для которых возможно увеличение суммарной эффективности производства при решении задачи оптимального управления элементами технологических подсистем. Многофункциональные схемы на этапах жизненного цикла не исчерпывают возможности технологического улучшения.

Автором в работе [12] предложены обобщенные принципы построения систем управления, которые приводят к возможности интенсификации как способа совершенствования существующего технологического процесса.

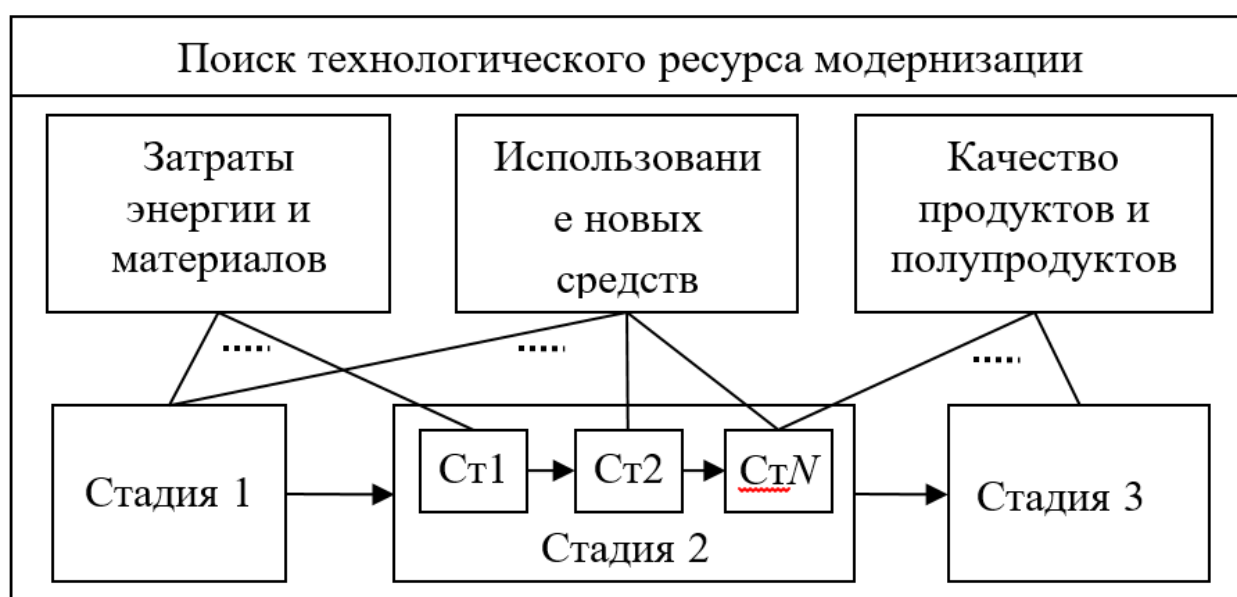


Рис. 1. Направления исследования иерархических систем

Принципы иерархичности, открытости, избирательности и взаимосогласованности позволяют учесть наиболее существенные связи в многоуровневой системе с последующим их согласованием с целью создания автоматизированной системы управления нового качества, что обеспечивает снижение затрат на управление. Согласование системы по нагрузке позволяет, например, использовать вторичное тепло или энергию. Автоматизация отдельных стадий процесса, комплексный анализ и оптимизация по материальным, газовым и гидравлическим режимам [10] реализованы в целях управления производственным циклом. В частности, предложены направления модернизации: использование вторичной тепловой энергии при организации рецикла; разработка алгоритмов управления и модернизация оборудования подсистемы выгрузки; стратегия технического обслуживания и ремонта; автоматизация выгрузки продукта. Комплексное решение задач позволяет интенсифицировать работу высокопроизводительного оборудования и вывести выпуск продукта на новый качественный уровень. Основные результаты модернизации оказывают влияние на технико-экономические показатели, таким образом, уменьшены энергозатраты, улучшено качество продуктов и полупродуктов, применены новые алгоритмы управления и средства автоматизации. Решения подтверждены экономическим эффектом, увеличением срока службы оборудования и выпуска продукции.

Эффективные, устойчивые интеллектуальные технологические комплексы возникают в открытой среде в результате динамичных процессов координации деятельности многих субъектов, имеющих свои цели деятельности и ресурсы, синергетические связи согласуются с учетом стадии развития и социальных возможностей. Иерархические системы позволяют объединить автономные функционирующие подсистемы на основе реализации интеллектуальных методов и алгоритмов.

Интеллектуальное управление широко используется в городском хозяйстве, например, при управлении сетью освещения, учете электроэнергии, планировании ее затрат, обслуживающих мероприятиях и пр. Улучшение

качественных показателей возможно за счет снижения затрат на строительство и ремонт сетей наружного освещения, оперативного контроля состояния электротехнического оборудования и линий передач, повышения надежности и эффективности их работы, нормирования освещенности городского пространства, применения интеллектуального управления светильниками, локального управления осветительными приборами и их мощностью, планированию бюджета эксплуатируемой сети. Подсистема управления освещением интегрирована в общую интеллектуальную систему управления городской средой.

Поэтапное решение задач управления на основе прогрессивных технологических решений и ресурсов модернизации действующих систем возможно в рамках иерархически взаимосвязанных открытых интеллектуальных систем.

### **Выводы**

В открытых производственных системах можно выделить факторы повышения эффективности технологических процессов и систем управления. Модернизация действующих систем управления эффективна в условиях автоматизированного информационного взаимодействия функций внутриуровневых и межуровневых контуров управления. Интенсификация технологических процессов направлена на увеличение их экономической эффективности в результате целенаправленно воздействия на производственные процессы, уменьшения затрат материалов и энергии, улучшения качества продукции и повышения эффективности систем автоматического управления.

Проблематика развития интеллектуальных производственных систем и городской инфраструктуры раскрыта на основе методов исследования сложных высокотехнологичных систем, методов интенсификации технологических процессов. Кроме непосредственного применения новых, в том числе энергосберегающих технологий, это: использование физико-химических воздействий; создание экологически чистых элементов инфраструктуры,

совершенствование проектирования техногенных систем на основе синергетического эффекта, использования физического и математического моделирования, методов и средств автоматизации, систем проектирования и пр.

### **Библиография**

1. Мухин В.И. Исследование систем управления. – М.: Экзамен, 2006. – 480 с.
2. Jung-Puo Lee, Mei-Chih Hu. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting and Social Change*. 89. 80-99. 10.1016/j.techfore.2013.08.033.
3. Rudolf Giffinger, Gudrun Handlmaier. Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities. In: ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno [en línea]. 2010, Año IV, núm. 12 Febrero. P. 7-25,
4. Framework for Cyber-Physical Systems. Release 0.8. DRAFT Cyber -- Physical Systems Public Working Group, September 2015.
5. Kim, DH. (2012). Modelling Urban Growth: Towards an Agent Based Microeconomic Approach to Urban Dynamics and Spatial Policy Simulation. 2012. С. 230.
6. Волков А. А. Кибернетика строительных систем. Киберфизические строительные системы // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 9. С. 4-7.
7. Умные города: модели, инструменты, рэнкинги и стандарты. В.И. Дрожжинов, В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот, С.А. Синягов, А.А. Харитонов. *International Journal of Open Information Technologies* ISSN: 2307-8162 vol. 5, no.3, 2017. С. 19 – 52.
8. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988. – 104 с.
9. Системный анализ процессов химической технологии. – М.: Наука, 1976 –. Интеллектуальные системы и инженерное творчество в задачах

интенсификации химико-технологических процессов и производств. / Дорохов И.Н., Меньшиков В.В. 2005. – 584 с.

10. Мокрова Н.В. Моделирование и оптимизация химико-технологической системы производства активированных углей. / –Пермь: Пермский ЦНТИ, 2007. – 116с.

11. Мокрова Н.В., Кардашев Г.А. Модернизация высокотехнологичных систем переработки природного сырья. Автоматизация и современные технологии/. 2012. № 6. С 34 – 39.

12. Кардашев Г.А., Мокрова Н.В. Обобщённый подход к автоматизации управления и интенсификации сложных ХТС. Вестник СГТУ, 2011. № 4(62), выпуск 4, с. 181 – 187.

## **«ЗЕЛЕНОЕ» СТРОИТЕЛЬНОЕ ПЕРЕУСТРОЙСТВО ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ**

**А.И. Мохов** д-р тех. наук, профессор, НИУ МГСУ, г. Москва

**И.А. Абросимова** преподаватель, НИУ МГСУ, г. Москва

**Аннотация** В статье рассмотрена инфографическая модель комплексного объекта переустройства, представленная двумя системами - производящей и потребляющей продукцию территории. Производящая система представлена набором слоев-подсистем, формирующих наполнение территории ресурсом, обеспечивающим функционирование строительных объектов, расположенных на этой территории. Здания, сооружения на фазе эксплуатации создают для потребителя услуги безопасности, комфортности и экономичности жизнедеятельности. Устойчивое развитие территории при этом будет определяться «зеленым» строительным переустройством зданий, сооружений и перестройкой норм жизнедеятельности потребителя, основанной на принципах экологии.

**Ключевые слова** жизненный цикл здания, зеленое строительство, инфографическая модель, комплексный подход, практическая деятельность, строительное переустройство, эксплуатационное переустройство.

### **Введение**

Жизненный цикл строительного объекта может быть изображен в виде петли качества, приведенной в ранней версии стандарта ГОСТ 40.9001-88 (ИСО 9001-87). В изображении своего жизненного цикла объект строительства, проходя этапы строительной фазы, принадлежит строительной деятельности (инвесторы, заказчики, строители). На фазе эксплуатации, происходит изменение принадлежности объекта, который переходит к потребителю

(управляющей компании, эксплуатационной компании, собственно потребителю), а сам объект меняет содержание, становясь зданием, сооружением. Важной особенностью изображения жизненного цикла приведенного на рис. 1 является разделение на фазы строительства и эксплуатации, с определением деятельности, осуществляемым в этих фазах, как имеющих разнонаправленные цели, и, соответственно, обозначенных внутри петли качества фигурами с закрашенным и не закрашенным контуром [1].

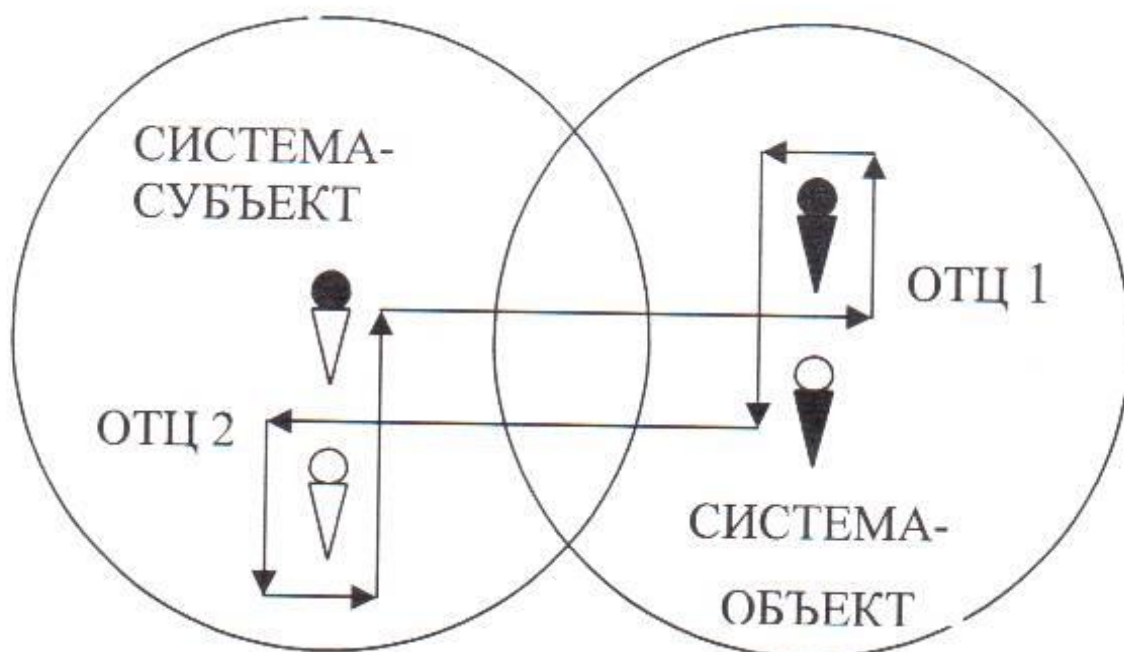


**Рис. 1.** Инфографическая модель жизненного цикла строительного объекта при комплексном подходе

### Материалы и методы

На рис. 2 во внешнем контуре изображения цикла закрашенная верхняя часть фигуры (голова специалиста, осуществляющего деятельность) указывает на различное представление объекта каждым из этих специалистов. Как видно из рис. 2, жизненный цикл строительного объекта может быть представлен

объединением двух организационно-технологических циклов (ОТЦ) строительства и эксплуатации здания, сооружения, отличающихся как техническими средствами, используемыми участниками, так и подготовкой участников к реализации технологий. Организационно-технологические циклы 1 и 2 могут функционировать независимо друг от друга, наращивая технологические возможности каждой деятельности.



**Рис. 2.** Инфографическая модель объединения ОТЦ 1 и ОТЦ 2 здания, сооружения в единый жизненный цикл

Фигурой с «не закрашенным» контуром на рисунке изображены специалисты, реализующие этапы жизненного цикла, относящиеся к фазе эксплуатации здания. Эти специалисты имеют компетенции, присущие деятельности «обратной» производству строительного объекта, т.е. имеют цели и средства достижения этих целей, относящиеся к сфере потребления услуг этого объекта. Из своей позиции потребителя они имеют свое специфическое видение объекта и результатов деятельности, не совпадающее с видением позиции «производителей» (строителей). Таким образом, каждая из деятельностей может осуществляться без перехода из одного ОТЦ<sub>1</sub> в другой



ОТЦ<sub>2</sub>, проектируя типовые строительные объекты, или эксплуатируя типовые здания, сооружения. Обычно стремление к комфорту жизнедеятельности определяет «ведущим» в изменениях потребительских характеристик ОТЦ<sub>2</sub>. Однако, перенос таких изменений в ОТЦ<sub>1</sub> происходит не сразу.

Заметим, что на разных этапах жизненного цикла эти участники могут взаимодействовать между собой, решая совместно задачи переустройства здания, сооружения. Причем, на фазе эксплуатации участниками этапов могут стать как представители строителей (строительное переустройство – фигура с «черной» головой, т.е. с видением, обоснованным строительными нормами), так и представители потребителей (эксплуатационное переустройство – фигура с «белой» головой, т.е. с видением, обоснованным эксплуатационными нормами).

Эксплуатационное переустройство традиционно осуществляют потребители, (в том числе, привлекая для реализации своих проектов строителей) [2]. Результатом таких проектных экспериментов становятся новые (инновационные) решения, которые в дальнейшем, в следующем организационно-технологическом цикле строительного объекта, войдут в строительные нормы, а организационно-технологическом цикле эксплуатации здания) – в эксплуатационные нормы.

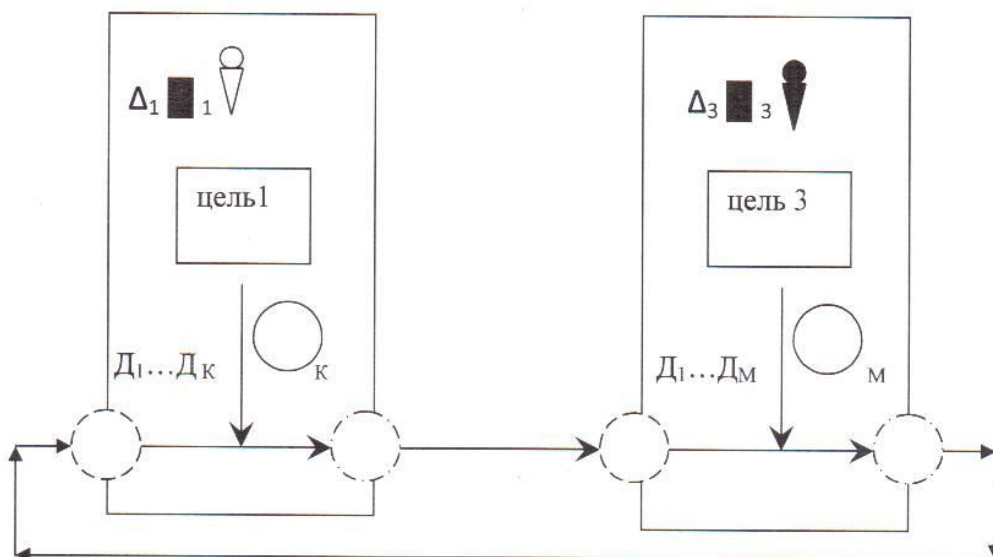
На этапах 7,8 в настоящее время формируется активность со стороны производителей-строителей с целью создать конкурентную продукцию за счет дополнения набора функций здания до соответствия требованиям «зеленых» стандартов. Активность деятельности приводит к возникновению явления, которое можно определить как «зеленое строительное переустройство» зданий, сооружений – характеризующегося приведением строительного объекта в соответствие «зеленым» стандартам для их показательной оценки (примеры – подготовка стадионов к Олимпиаде в Сочи, пуск в эксплуатацию офисного здания фирмы «Сименс» в Москве и др.). На этом этапе и строители, и потребители ориентируются на современные рекомендации маркетологов строительной сферы, в том числе на достоинства применения принципов

«зеленого» строительства. Потребители на данном этапе играют роль приобретателей (покупателей) строительного продукта, соответствующего модным и креативным направлениям обеспечения жизнедеятельности, в том числе жизни в экологически чистой среде.

На этапах 10,11 – активность со стороны потребителей определяется внедрением на основе опыта эксплуатации в здание, сооружение (жилье, дом) новых функций, обеспечивающих их дополнительными услугами комфорта, экономичности и безопасности. Строители при этом нанимаются для работы по введению изменений (в том числе, и с повышением комфортности жизнедеятельности) и, параллельно, в рамках строительного переустройства, осуществляют стандартные ремонты, капитальные ремонты и др. При этом выявляют деградировавшие функции строительных объектов и осуществляют их восстановление. Важным моментом для полной координации деятельности потребителей и строителей становится не только объединение их организационно-технологических циклов в составе жизненного цикла «строительный объект – здание, сооружение», но и объединение деятельности, в том числе объединение их интерьеризованных средств с помощью высоких гуманитарных технологий. Причем объединение интерьеризованных средств будет осуществляться за счет заимствования категорий индивидуального сознания из сферы общественного опыта и общественных представлений каждой из деятельностей.

Такая ситуация показана на рис. 3. Активность деятельностей на этапах 11,12 можно определить как «экологическое переустройство» зданий, сооружений. Именно на этих этапах возможно практическое обоснование «зеленых» стандартов.

Переход норм из ОТЦ 1 в ОТЦ 2 осуществляется за счет строительной деятельности, правила и нормы которой регламентирует СНиП (строительные нормы и правила). Объединение организационно-технологических циклов становится возможным при нормировании распределения ресурсов по этапам ОТЦ.

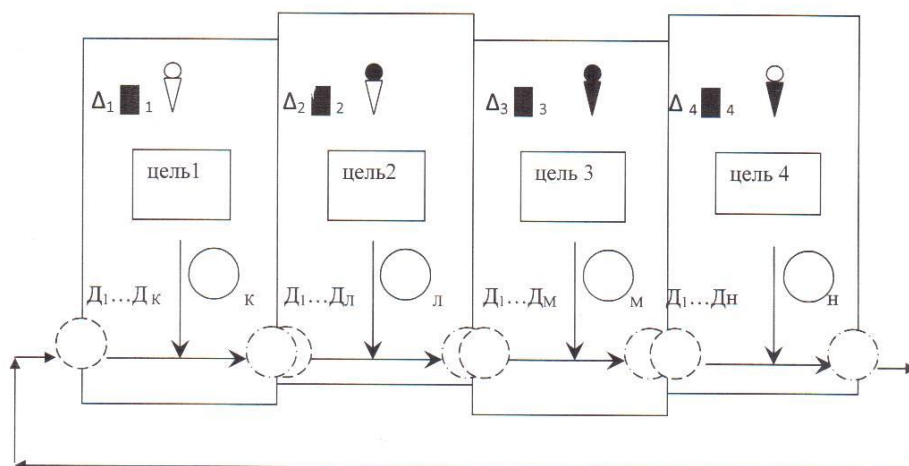


**Рис. 3.** Инфографическая модель объединения схем практической деятельности, формирующей жизненный цикл объекта строительства

На рис. 3 приведена модель, показывающая передачу результата между двумя схемами практических деятельностей – строительной и эксплуатационной. Схема практической деятельности [3] состоит из двух частей. В правой нижней части изображена «объективная» часть деятельности: исходный материал объективного преобразования (пунктирный круг), его продукт или изделие (штрих-пунктирный круг), орудия преобразования (сплошной круг), а также действия  $D_1 \dots D_k$ , осуществляемые человеком (взяты вместе с орудиями, они образуют процедуры деятельности). В левой верхней части схемы изображена «субъективная» часть деятельности: сам индивид, цель, стоящая перед ним, интериоризованные средства ( $\Delta$ ) и способности (■), необходимые для оперирования средствами, осуществления действий и построения соответствующих процедур, производящих преобразование исходного материала в продукт. Модель объединения схем практической деятельности участников жизненного цикла здания, сооружения – тот же самый цикл жизни, с передачей результата из процесса производства в процесс потребления.

## Результаты

На рис. 4 представлена инфографическая модель свертки деятельности, обеспечивающей быструю передачу результата между двумя схемами практических деятельности – строительной и эксплуатационной. Такой технологический переход без задержки, с согласованием режимов осуществления деятельности можно сформировать за счет комплексного учета норм и правил. Такие нормы и правила достаточно полно сформированы в строительной деятельности, однако в эксплуатационной деятельности создание гармоничной системы правил пока, на наш взгляд, не случилось. Это связано с отсутствием стандарта комфорта жизнедеятельности.



**Рис. 4.** Инфографическая модель свертки схем практической деятельности участников строительства

## Заключение

По содержанию статьи можно сделать следующие выводы.

1. Строительное переустройство хорошо изучено к настоящему времени [4]. Исследование эксплуатационного переустройства [5], в том числе, основанного на реализации принципов «зеленого» строительства, только начинается. Проведение исследования представляется необходимым, поскольку

без результата такого исследования устойчивое развитие строительной деятельности получить невозможно.

2. При наличии экспертов, обладающих «продвинутыми» нормами в комфортности жизнедеятельности (уровня качества жизни), строительные нормы быстрее приводятся в соответствие с лучшими мировыми стандартами, к которым относятся зеленые стандарты строительства.

3. Построенное здание, сооружение можно сделать «зеленым», путем осуществления «зеленого» строительного переустройства, включив нормы «зеленых» стандартов, как в деятельность строителя, так и в жизнедеятельность потребителя услуг здания, сооружения.

### **Библиография**

1. Быстров А.В., Светлаков В.И., Бойкова И.В. Ресурсы технологической платформы в составе комплексного объекта переустройства территорий / В кн. Современные проблемы управления проектами в инновационно-строительной сфере и природопользовании: материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова, 12-16 апреля 2017г. //под ред. В.И. Ресина. - Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2017. – С.287-291.

2. Некрасова М.А., Мохов А.И., Жолобов О.В., Латышев К.В. Экологическое переустройство спортивных сооружений // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №2 (2016) <http://resources.today/PDF/06RRO216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

3. Дубровский В.Я., Щедровицкий Л.П. Проблемы системного инженерно-психологического проектирования. – М.: Изд-во Московского университета, 1971. – 91с.

4. Чулков В.О., Кузина О.Н. Ретривация- инновационное направление в функциональной системе строительного переустройства // Вестник МГСУ. - №8. -2011. – С.459-462.

5. Аристова Л.В., Вараксин П.А., Смирницкий Н.С. Эксплуатационное переустройство спортивных сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/148TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/148TVN216.

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗДАНИЙ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ

**Чебан А.Н.** старший преподаватель, МАРХИ, г. Москва

**Аннотация:** архитектурная инженерия охватывает технологические и инженерные аспекты зданий, к которым относятся архитектурные и инженерно-конструктивные проектные решения.

**Ключевые слова:** здания, архитектура, храмы, архитектурная инженерия, проектирование храмов

## **Введение**

Цель создания энергоэффективных проектных решений для зданий православных храмов заключается в рациональном использовании теплоэнергоресурсов при их строительстве и эксплуатации на стадии проектной документации.

Для достижения цели необходимо решить задачи:

1. Рассматривать здание и инженерные системы как единое целое;
2. Снизить тепло- энергопотребление при строительстве и эксплуатации здания;
3. Обеспечить рациональное водопотребление;
4. Совместное использование традиционных и возобновляемых источников энергии;
5. При создании комфортного и безопасного микроклимата в помещениях использовать инженерное оборудование с интеллектуальной системой автоматизации.

## Методы

1. Рассматривая здание и инженерные системы как единое целое необходимо учитывать:

- климатические особенности района строительства;
- конструктивные особенности здания;
- проектирование инженерных систем с учетом архитектуры и конструктивных решений.

2. Для снижения тепло- энергопотребления при строительстве и эксплуатации здания православного храма необходимо:

➤ Уменьшить тепло- энергопотребление на охлаждение в теплый период года, для этого необходимо:

- оптимизировать внутреннее пространство;
- снизить поступления тепловой энергии в здание, от прямого солнечного излучения предусмотрев солнцезащитные устройства такие как:
  - автоматическое затемнение светопрозрачных конструкций;
  - использование жалюзи;
  - фасадные элементы.
- увеличить теплоёмкость наружных ограждающих конструкций для обеспечения тепловой инерции здания;
- организовать естественную вентиляцию для снижения тепловой нагрузки;
- снизить перегрев помещений и сократить возникновение эффекта теплового острова устраивая зелёные кровли.

➤ Уменьшить тепло- энергопотребление на отопление в холодный и переходный период года, для этого необходимо:

- оптимизировать внутреннее пространство;
- увеличить поступление тепловой энергии от прямого солнечного излучения;



- увеличить теплоёмкость наружных ограждающих конструкций, для обеспечения тепловой инерции.
  - Уменьшить тепло- энергопотребление на искусственное освещение возможно при максимальном использовании естественного освещения через горизонтальные и вертикальные наружные конструкции.
3. Обеспечить рациональное водопотребление возможно при использовании:
- водосберегающей арматуры;
  - осуществлять сбор и повторное использование атмосферных вод на технические нужды;
  - осуществлять сбор, очистку и повторное использование сточных вод от системы хозяйственно-бытовой канализации на технические нужды.
4. Использование возобновляемых источников энергии для выработки дополнительной энергии и последующего использования на нужды здания православного храма.

## **Результат**

Используя международный опыт проектирования, строительства и эксплуатации общественных зданий мы можем выделить принципы создания энергоэффективных проектных решений для зданий православных храмов.

При создании энергоэффективного здания православного храма климатические особенности района строительства позволяют нам учесть:

- движение ветра и его направление;
- солнечную активность в течение дня и года;
- определить максимальную и минимальную температуру наружного воздуха в холодный, переходный и теплый период года;
- определить влажность наружного воздуха;
- рельеф местности;
- наличие вблизи здания естественных и искусственных водоемов.

Климатические особенности района строительства оказывают значительное влияние на производительность здания православного храма и его тепло- энергопотребление. Для создания оптимальной формы энергоэффективного здания необходимо учитывать ориентацию по сторонам света, с учетом канонического расположения храма восток-запад.

Оптимальная форма и ориентация позволяет:

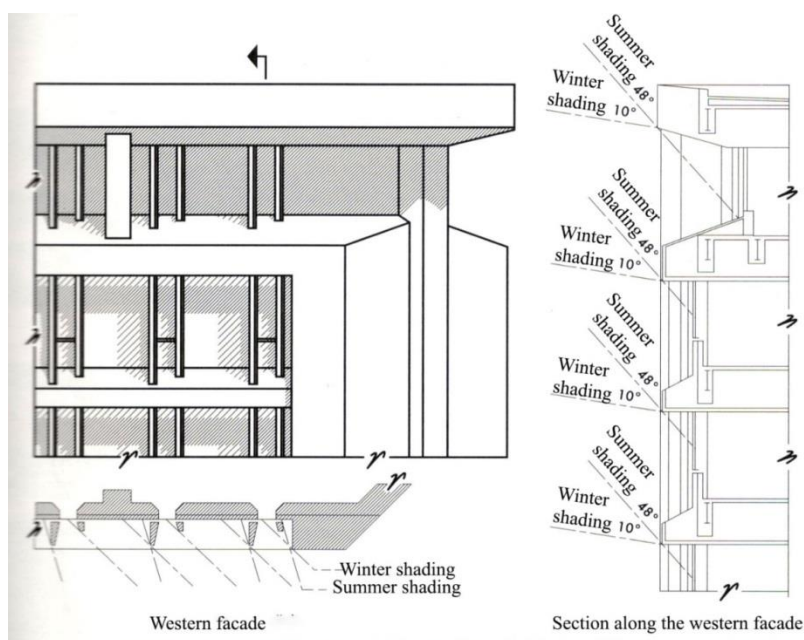
- уменьшить влияние ветра на внутренний микроклимат;
- определить оптимальное количество светопрозрачных конструкций для естественного освещения и использование светозащитных элементов;
- использовать солнечную активность в течение суток и года как дополнительный элемент системы отопления.

Параметры наружного воздуха формируют благоприятный и безопасный микроклимат внутри здания и позволяют экономить более 30% тепло- энергопотребления в зависимости от региона строительства.

Впервые в Манчестере, США архитекторы Николас и Эндрю Исаак в 1972 году спроектировали здание для Администрации общих служб, в котором учли влияние ориентации здания по сторонам света на его форму.

Здание имеет кубическую форму и неостеклённый северный фасад, в то время как западный, восточный и южный фасады имеют ленточное остекление (Рис.2). Ленточное фасадное остекление позволяет максимально использовать естественное освещение в зимний и переходный период года, а козырьки минимизируют влияние солнечной радиации в тёплый период года (Рис.1). С внутренней стороны северного фасада были спроектированы вспомогательные помещения: лифт и лестница.

Неостеклённый северный фасад и вспомогательные помещения во внутреннем пространстве позволили сократить теплопотери и уменьшит нагрузку на систему отопления.



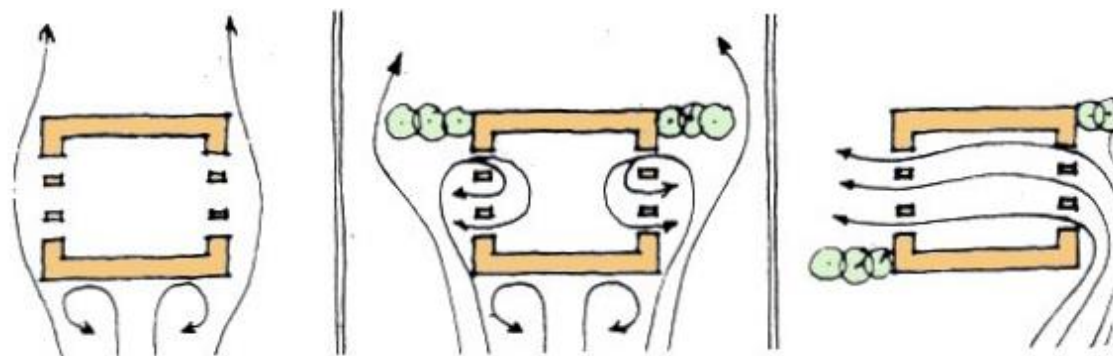
**Рис.3.** Элементы защиты от солнечной активности [1]

При проектировании энергоэффективного здания православного храма направление и скорость ветра играет важную роль (Рис.2.). Анализируя ситуацию и используя естественное проветривание как часть систем вентиляции позволяет:

- уменьшить расход на эксплуатацию инженерных систем и инженерного оборудования;
- создать комфортный микроклимат;
- уменьшить негативное влияние на окружающую среду;
- уменьшить тепло- энергопотребление.

Ориентация по сторонам света и уникальная форма стадиона «Sapporo Dome» в японском городе Саппоро позволяет уменьшить снеговую нагрузку, так как здание ориентирована вдоль господствующего направления ветра, а форма купола обеспечивает его сдув.

Для снижения тепло- энергопотребления на систему вентиляции и кондиционирования воздуха при проектировании стадиона была запроектирована естественная вентиляция, которая осуществляется за счёт сквозного проветривания под воздействием ветра.



**Рис.2.** Модель ветровой нагрузки при анализе строительной площадки [11]

Снизить тепло- энергопотребления на систему отопления в холодный и переходный период возможно при горизонтальной системе отопления. Горизонтальная система отопления с автоматическим регулированием позволяет снизить тепло- энергопотребление и поддержания внутренней температуры в помещениях. При отсутствии прихожан в ночное время суток возможно снижение температуру системы отопления до  $+10^{\circ}\text{C}$ , что позволит уменьшить тепло- энергопотребление.

Запас питьевой воды на планете уменьшается, и экономия водопотребления становится частью энергоэффективных проектных решений, поэтому важно использовать бесконтактное сенсорное сантехническое оборудование.

Сегодня в туалетах общественных зданий применяют бесконтактные сенсорные смесители и автоматический (бесконтактный) смыв в унитазах. Бесконтактные устройства позволяют экономить до 40% воды, что в свою очередь уменьшает коммунальные расходы и обеспечивает экономию питьевой воды (Рис.3).



**Рис.3.** Санузел в торговом центре, Лондон, Великобритания

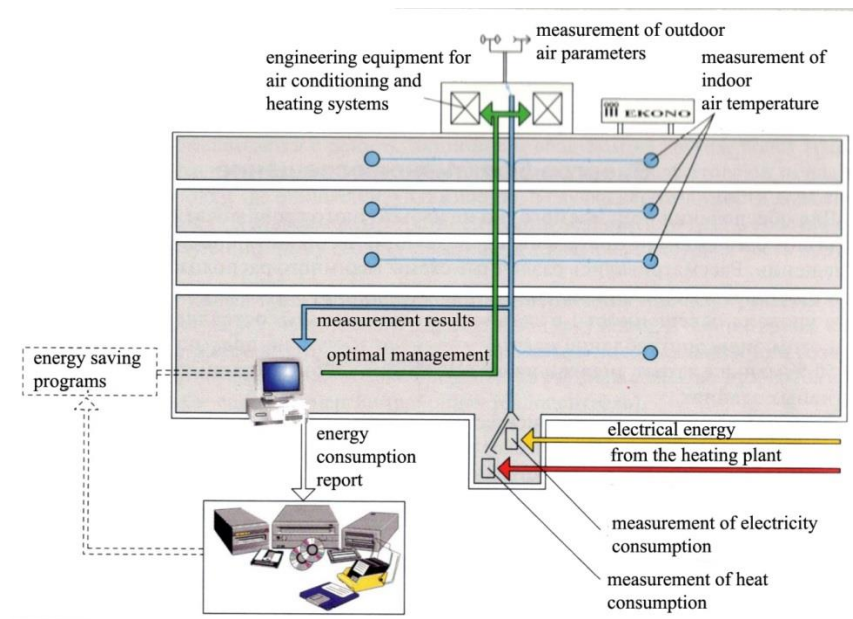
Сбор дождевой и талой воды в резервуарах для последующего использования на технические нужды также позволит сократить расход воды более чем на 30%, а также уменьшить влияние поверхностных вод на прилегающую территорию храма (Рис.4.).



**Рис.4.** Схема сбора атмосферной воды в городе [12]

Широкое применения возобновляемых источников энергии при эксплуатации здания христианских храмов в Шотландии, Англии, Германии, Франции снижает энергопотребление, но не всегда создаёт комфортные и безопасные условия пребывания людей в помещениях храма.

При изменении климата рационально совместное использование традиционных и возобновляемых источников энергии с автоматизированной системой интеллектуального управления за жизненным циклом здания (Рис.6).



**Рис.6.** Схема автоматизированной системы управления оборудованием для кондиционирования воздуха и освещения в Административном здании общего обслуживания в Манчестере, США [10]

## Результаты

Разрабатывая проектные решения здания православного храма необходимо учитывать все инженерные системы и их совместную работу (Рис.7), только в этом случае, возможно, создать комфортное и безопасное пребывание людей в храме.



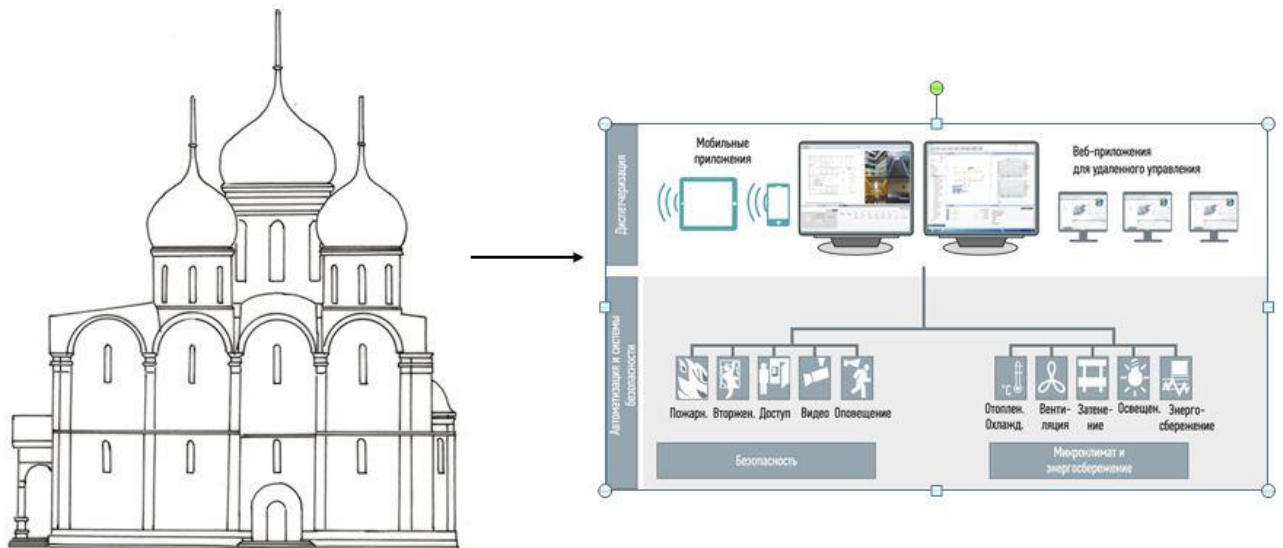
**Рис.7.** Проектирование энергоэффективных проектных решений



Интеллектуальная система управления инженерными системами, позволяет осуществлять мониторинг и управление за состоянием здания православного храма внутри и снаружи (Рис.9).

Система удалённо контролирует и управляет:

- микроклимат (системы отопления, вентиляции, кондиционирования и очистки воздуха);
- освещение;
- система безопасности;
- мультимедийная система.



**Рис.9.** Интеллектуальная система управления инженерными системами в здании православного храма

## Выводы

Энергоэффективные проектные решения для зданий православных храмов включают не только конструктивные и архитектурные проектные решения, но и современное инженерное оборудование с системой интеллектуально управления.

Система интеллектуального управления позволяют:

- контролировать жизненный цикл здания православного храма обеспечивая оптимальное тепло- энергопотребление и ресурсосбережение;
- обеспечивают комфортное и безопасное пребывание людей внутри здания православного храма;
- уменьшают воздействие негативного влияния на окружающую среду.

### **Библиография:**

1. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23.11.2009 N 261-ФЗ

2. СТОН НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство» Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания.

3. Табунщиков Ю.А. Интеллектуальные здания // АВОК. – 2001. – №3. – С. 6-9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=125](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=125)

4. Чебан А. Н. Системы интеллектуального управления зданиями православных храмов // Architecture and Modern Information Technologies. – 2019. – 2(47). – С. 281-292. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2019/4kvart19/PDF/18\\_cheban.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2019/4kvart19/PDF/18_cheban.pdf)

5. Чебан А. Н. Возобновляемые источники энергии в зданиях культовой архитектуры. Зарубежный опыт // АВОК. – 2017. - №2. - С.20-23 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6604](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6604)

6. Табунщиков Ю. А. Цифровизация экономики – тенденция глобального масштаба // Энергосбережение – 2018. - №7. – С. 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=7036](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7036)

7. Чебан А. Н. Системы интеллектуального управления зданиями православных храмов // Architecture and Modern Information Technologies. – 2019. – 2(47). – С. 281-292. – URL:



[https://marhi.ru/AMIT/2019/4kvart19/PDF/18\\_cheban.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2019/4kvart19/PDF/18_cheban.pdf)

8. Табунщиков Ю. А. Цифровизация экономики – тенденция глобального масштаба // Энергосбережение – 2018. - №7. – С. 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=7036](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7036)

9. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М.. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2015. 204 с.

10. Табунщиков Ю. А, Бродач М. М, Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2015. 200 с.

11. Engineersdaily [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.engineersdaily.com/2011/01/energy-efficient-design-of-buildings.html>

12. Каталог продукции компании Группа компаний АСО в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.acodrain.ru](http://www.acodrain.ru)

# **АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ВОКЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТА И БЕЗОПАСНОСТИ**

**Чистякова А.Д.**, НИУ МГСУ, г. Москва

Научный руководитель **Шилкина С.В.** кан. тех. наук, доцент, НИУ МГСУ, г. Москва

**Поленов Д.Ю.** кан. тех. наук старший преподаватель, НИУ МГСУ, г. Москва

## **Аннотация:**

В статье рассмотрена проблема безопасности и комфортного пребывания людей в железнодорожных вокзалах. Для решения проблемы необходим связанный комплекс автоматизированных инженерных систем. В статье также затрагивается возможность реализации дополнительных мер для более комфортного пребывания пассажиров на вокзалах: обеспечение доступности зданий для маломобильных групп населения.

**Ключевые слова:** железнодорожный вокзал, автоматизация, системы автоматизации, безопасность, маломобильная группа населения, система навигации.

## **Введение**

Железнодорожный вокзал – здание, предназначенное для обслуживания пассажиров железной дороги.

Проблема безопасности и комфортного пребывания людей в железнодорожных комплексах в современном мире занимает одну из важных задач. Актуальность заключается в возможности развития железнодорожного транспорта, увеличении пассажиропотока и увеличении потребительских качеств, создании благоприятных условий для маломобильных групп населения.

Цель работы состоит в обеспечении комфортом и безопасностью пассажиров и работников здания вокзала.

### **Материалы и методы**

Привлечение различных систем: системы контроля и управления доступом [1], автоматической системы пожарной безопасности и системы оповещения [2], автоматической системы пожаротушения [3], автоматической системы вентиляции [4,5], систем доступности здания и услуг для маломобильных групп населения позволят достичь поставленной цели [6]. Системы взаимодействуют между собой с помощью программного обеспечения, что позволяет создать интеллектуальный вокзал, обеспечивающий максимальный комфорт и безопасность пассажиров и персонала в соответствии с требованиями современных стандартов, нормативных актов и потребителей.

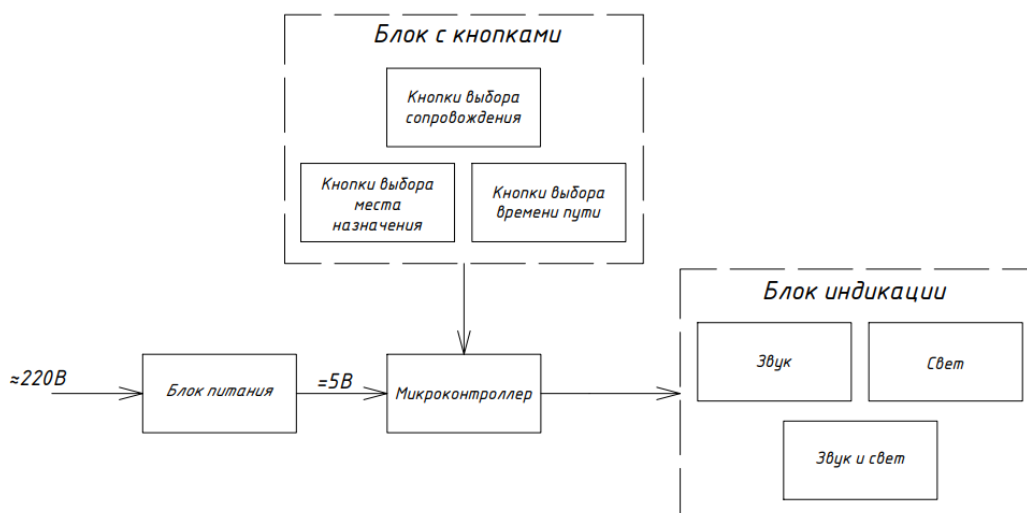
Обеспечение комфортного пребывания и доступности услуг для маломобильных групп населения (МГН) является одним из важных критериев любого общественного здания. Здание необходимо оборудовать максимальным возможными системами, позволяющими посетить вокзал любым категориям населения.

Анализ нормативных документов и существующих систем показал, что для более быстрого ориентирования в зданиях с целью обеспечения комфорта передвижения особой категории граждан нужна система навигации.

### **Результаты**

В рамках исследования разработана система передвижения по функциональным зонам пассажирской инфраструктуры с применением звуковых сигналов и светодиодов (далее – система навигации). Система позволяет ориентироваться особой категории граждан в крупном здании.

Структурная схема системы навигации представлена на рис. 1. Описание приведено ниже.



**Рис. 1.** Структурная схема системы навигации

Панель управления системой передвижения представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Панель управления системой навигации

## Заключение

В процессе исследования, проанализированы всевозможные существующие системы автоматизации и выделены основные из них, позволяющие обеспечить безопасность и комфорт пассажиров и рабочего персонала.

Одним из важных критериев для комфорта необходима доступность здания для маломобильных групп населения. Изучены системы ориентирования МГН в крупных общественных зданиях. Это позволило предложить

автоматизированную систему передвижения по функциональным зонам пассажирской инфраструктуры.

В процессе создания системы разработана и описана структурная схема системы, разработана панель управления с применением 3D-моделирования и 3D-печати, изготовлен макет 1:1000, разработано программное обеспечение, проведены испытания, которые показали правильность выбора схематехнических решений.

### **Библиография**

1. Постановление Правительства РФ от 26 сентября 2016 г. N 969. Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности. С изменениями и дополнениями от: 17 апреля 2021 г. М.: АО "Кодекс", 2016г.

2. СП 3.1313.2009. Системы противопожарной защиты система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре требования пожарной безопасности. М.: АО "Кодекс", 2009 г.

3. СП 485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. М.: АО "Кодекс", 2020 г.

4. СП 417.1325800.2020. Железнодорожные вокзальные комплексы. Правила проектирования. М.: АО "Кодекс", 2020 г.

6. Распоряжение ОАО "РЖД" от 26.08.2020 N 1827/р. Об утверждении Корпоративного порядка обеспечения условий доступности для маломобильных пассажиров и пассажиров из числа инвалидов услуг по перевозке пассажиров железнодорожным транспортом. М.: ОАО "РЖД", 2020 г.

## **ЭНЕРГОАУДИТ – ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗЕЛЁНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Щербаков А.С., ООО «Сканти Инструментс»**

### **Аннотация.**

В статье раскрывается причина актуальности более пристального и взвешенного применения контрольно-измерительного оборудования, а так же приводятся некоторые рекомендации при выборе того или иного измерительного прибора.

**Ключевые слова** энергоаудит, инструментальный контроль, тепловизионное обследование, здания, сооружения, энергоэффективность

### **Введение.**

Зелёные технологии - это производственные процессы и цепочки поставок которых являются экологически безвредными, или менее вредными по сравнению с традиционными способами производства. Данные технологии реализуются в экологической, экономической, технологической и инновационной сферах и решают вопросы переработки отходов, использования альтернативных источников электроэнергии и др.

С конца 1990-х годов к запросам общества об энергоэффективности и экологичности добавляются требования, которые обеспечивают защиту окружающей среды. Самой главной идеей для строительства XXI века является положение о том, что природа не является пассивным фоном нашей деятельности: в результате профессионального подхода может быть создана новая природная среда, обладающая более высокими комфортными показателями для градостроительства и являющаяся в то же время энергетическим источником для климатизации здания. Здание необходимо рассматривать в совокупности с окружающей средой – как единую систему.

Такой подход привел к появлению нового понятия – «здание как среда обитания». И в следствие чего появляется задача создания методов оценки здания как среды обитания человека. Среди различных справочников и рекомендаций по «зелёным» зданиям, можно выделить три общих, характерных для всех подходов, референций:

Различные справочники по «зеленым» зданиям содержат разделы, относящиеся к повышению энергоэффективности зданий и рекомендуемые:

- Уменьшить потребности в энергии. Имеется в виду применение архитектурных, инженерных и конструктивных энергосберегающих решений.

- Использовать возобновляемые источники энергии. Прежде всего, предполагается применение технических решений интегрирования солнечных коллекторов, тепловых насосов, биотехнологий и т.п. в систему энергоснабжения здания;

- Оптимально использовать затребованную энергию. Это наиболее творческий раздел, предполагающий энергетическое сравнение, основанное на энергоаудите и математическом моделировании, различных технологий отопления, вентиляции, кондиционирования, холодоснабжения.

### **Термография.**

Энергетическое обследование выполняется для определения оптимального пути эффективного и реализуемого в короткие сроки снижения затрат ресурсов. (рис.1)

Энергоаудит регламентируется Федеральным законом Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Инструментальное обследование применяется для восполнения отсутствующей информации, которая необходима для оценки эффективности энергоиспользования, но не может быть получена из документов или вызывает сомнение в достоверности. Для проведения инструментального обследования должны применяться

стационарные или специализированные портативные приборы. При проведении измерений следует максимально использовать уже существующие узлы учета энергоресурсов на предприятии/организации, как коммерческие, так и технические.



**Рис.1** Сравнительное изображение одного объекта в видимом и инфракрасном диапазоне.

Термография - это графическое представление распределения температуры на поверхности «твердого тела».

- Каждое тело с температурой выше чем  $-273.15$  °С, испускает электромагнитное излучение.

- ИК измерение (термометр / тепловизор) - не измеряет температуру, но измеряет инфракрасное излучение.

- Сама камера не испускает излучения.

- Возможность тепловизора видеть «сквозь» материалы ограничена.

По сравнению с другими методами контроля и диагностики тепловизионный контроль имеет следующие преимущества:

- Всесезонность и независимость от изменений метеоусловий;

- Применимость в рабочих режимах эксплуатации;

- Точность и достоверность результата;

- Доступная стоимость обследования у подрядных организаций;

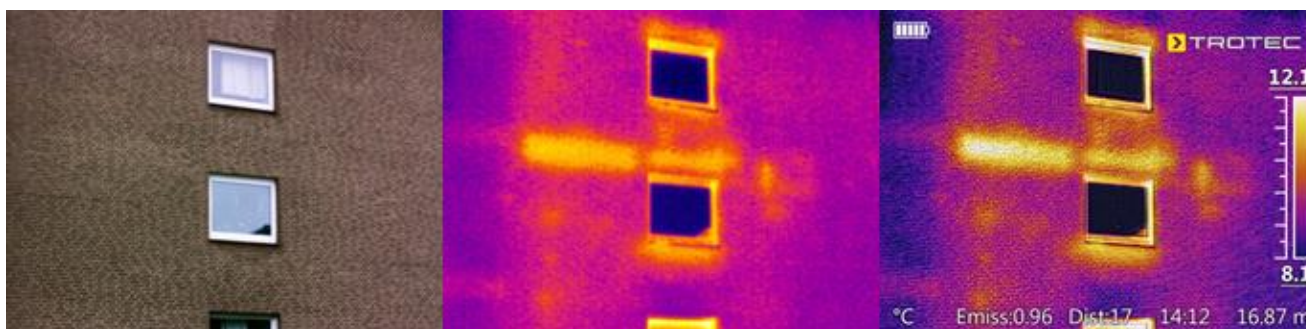


- Высокая информативность (по всей контролируемой поверхности объекта) и наглядность;
- Высокая производительность контроля;
- Безопасность, бесконтактность и дистанционность;
- Широкие возможности программно-аппаратной реализации, в т.ч. методов обработки;
- Неограниченность перечня контролируемых объектов

Есть два уровня задач, которые решает тепловизионное обследование зданий.

Первый – качественный – обнаружение дефектов теплозащиты строительных конструкций. (рис.2)

Второй – количественный – определение соответствия уровня теплозащиты и теплопотерь здания требованиям норм, оценка его энергоэффективности. Нередко на бумаге написано одно, а на практике получается другое. И дорогая конструкция может оказаться бракованной или небрежно смонтированной. Тепловизионная съемка позволяет определить параметры тепловой защиты здания, которые сравниваются с нормативными значениями. На основании проведенного исследования зданию присваивается класс энергоэффективности и заносится в энергетический паспорт здания.



**Рис.2** Процесс наложения инфракрасного изображения на снимок в стандартном диапазоне для лучшей визуализации проблемы на участке.

## **Измерение температуры и влажности воздуха.**

Мониторинг влажности воздуха в помещениях представляет собой особо приоритетную задачу, когда речь идет о процессах хранения продуктов, чувствительных к температурно-влажностному режиму, или пребывании людей в помещении в течение длительного периода времени. В таких помещениях интенсивно происходят процессы влагообмена. В условиях слишком сухого воздуха материалы могут стать хрупкими, а на поверхности могут образоваться трещины, в то время как повышенная влажность воздуха наряду с низкой температурой поверхности материалов может стать причиной их разбухания. Также существует опасность повреждения материалов в результате формирования конденсата, в том числе опасность образования плесени. Применительно к людям, значение влажности воздуха в помещении является одним из показателей уровня комфорта.

Относительная влажность  $\varphi$  – это отношение между фактической и максимально возможной массой водяного пара в воздухе (рис.3):

$\varphi$  = абсолютная влажность/максимальная влажность (обычно указывается в процентах).

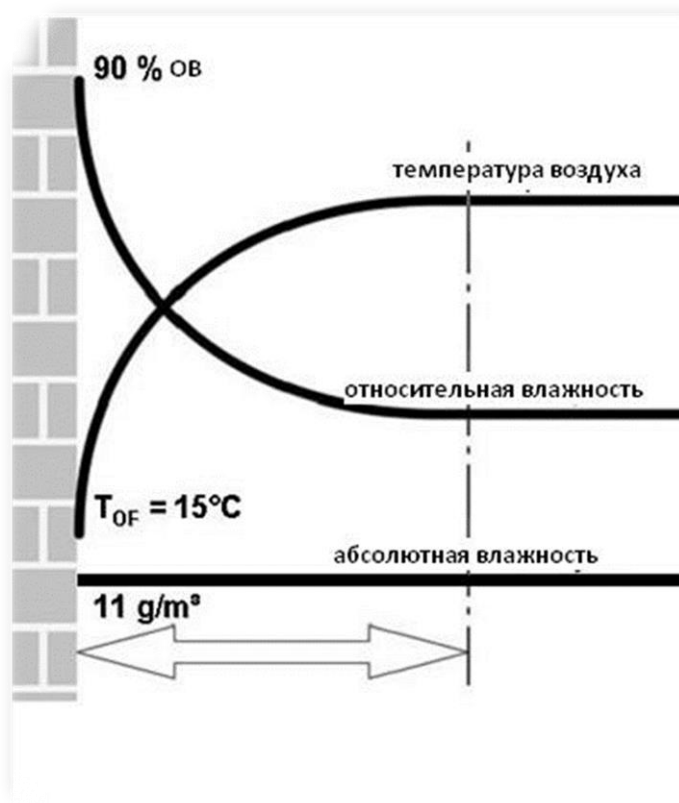
Если:  $\varphi$  - относительная влажность,  $f$  - абсолютная влажность, а  $f_{\text{макс.}}$  - максимальная влажность, количество насыщения, то применяется формула:

$$\varphi = f / f_{\text{макс.}} \cdot 100 \%$$

Относительная влажность – это процентная величина, обозначающая процентное содержание максимально возможного количества водяного пара в воздухе на данный момент времени. При низкой и средней активности люди чувствуют себя комфортно при уровне 35-65 % относительной влажности воздуха

В воздухе, который нас окружает, содержится влага. В целом можно сказать, что чем теплее воздух, тем больше водяного пара может быть поглощено. При этом, когда теплый влажный воздух встречается с более холодной поверхностью и воздух охлаждается, содержащаяся влага конденсируется и образует мелкие капли воды на холодной поверхности. Так

называемая «точка росы» или «температура точки росы» - это значение температуры, при котором из воздуха начинает выделяться влага в виде конденсата. Вы, вероятно, знаете об этом эффекте от холодного зеркала в ванной, которое сразу запотеваает, когда вы принимаете горячий душ. Конденсат образуется особенно часто на плохо изолированных участках стен и так называемых «тепловых мостах», так как температура внутренних стенок там часто ниже, чем на остальной части стены.



**Рис.3.** Относительная влажность

Удаленность от температуры точки росы  $< 4^\circ\text{C td}$  представляет опасность образования плесени.

Точка росы стен или других объектов может быть определена бесконтактно с помощью показателя относительной влажности, измеренной в комнате, и температуры поверхности (измеряется ИК методом). Для расчета запаса температуры до точки росы необходимы результаты измерения

влажности воздуха и температуры поверхности. В данном случае наиболее подходит прибор со встроенной функцией вычисления точки росы. Если такая функция у прибора не предусмотрена, точка росы рассчитывается с использованием диаграммы Молье.

### **Углекислый газ и его воздействие на организм человека.**

Углекислый газ или диоксид углерода — малотоксичный газ, в нормальных условиях без запаха и цвета. CO<sub>2</sub> — небольшая, но важная составляющая воздуха, он является одним из элементов окружающей среды, участвует в процессе фотосинтеза, метаболизма, выделяется людьми и животными, а также в ходе брожения и гниения. Для организма человека углекислый газ не менее важен, чем кислород, а их баланс поддерживают естественные процессы — фотосинтез и дыхание. Из внешней среды углекислый газ поступает в помещение вместе с воздухом, где его уровень начинает повышаться. Внутри помещений CO<sub>2</sub> вырабатывается находящимися в нём людьми и животными, и чем больше людей в помещении и активнее их деятельность, тем быстрее будет расти уровень CO<sub>2</sub>. Основные нормативы по содержанию углекислого газа в помещении установлены в ГОСТ 30494-2011, согласно которому, оптимальным содержанием CO<sub>2</sub> в помещении является 800 ppm.

При закрытых окнах и отсутствии системы принудительной вентиляции, содержание CO<sub>2</sub> будет постоянно расти. В помещениях люди находятся более 80% своего времени и в процессе пребывания многие начинают чувствовать духоту — это самый первый индикатор того, что уровень CO<sub>2</sub> повышен. В таких ситуациях ошибочно говорят о нехватке кислорода, но на самом деле уровень кислорода не меняется, а растёт уровень CO<sub>2</sub>. Помимо ощущения духоты, люди отмечают и другие симптомы: головная боль, ухудшение концентрации внимания, сонливость, вялость и т.д. Единственный способ понижения уровня CO<sub>2</sub> — это интенсивный приток свежего воздуха с улицы, который вытеснит переработанный и насыщенный углекислым газом воздух в

систему вентиляции. Для этого необходимо регулярно проветривать помещение или установить систему приточной вентиляции.

Если человек проводит много времени в определённом помещении и начинает испытывать неприятные ощущения и жаловаться на плохое самочувствие без видимых причин — это означает, что у него синдром «больного здания». Человек чувствует вялость, испытывает головную боль, у него заложен нос, но при этом он не болен. Симптомы могут пропадать, как только человек покидает помещение. Синдром «больного здания» возникает при повышении уровня CO<sub>2</sub> газа в помещении, чем он выше, тем активнее проявляются симптомы.

Повышенный уровень CO<sub>2</sub> — это следствие и основной индикатор, который указывает на наличие проблемы. Помимо углекислого газа в воздухе содержатся другие соединения и загрязняющие вещества и по росту CO<sub>2</sub> можно понять, что и их количество также увеличивается. Наиболее распространённая причина «больного» здания — это плохо работающая вентиляция или её отсутствие. Свежий воздух не поступает в помещение и растёт уровень углекислого газа, при достижении показателей CO<sub>2</sub> свыше 1000 ppm., углекислый газ начинает оказывать на организм человека негативное воздействие.

### **Наладка систем вентиляции в офисах и жилых помещениях.**

С момента распространения политики об энергосбережении строительство зданий с низким потреблением, или пассивных зданий, зданий с нулевым потреблением и с выработкой энергии, а также монтаж систем кондиционирования воздуха постепенно приобретает все более широкое распространение. В связи с тем, что большая часть энергии, потребляемая в жилом здании, расходуется на обогрев помещений и горячее водоснабжение, требования в отношении потребления энергии в жилых зданиях (новых и существующих) значительно ужесточаются. Применяются стандарты, где в облицовке здания должна быть предусмотрена изоляция в расчете на

постоянную воздухо непроницаемость. Во избежание повышенного уровня концентрации диоксида углерода, влажности воздуха, образования плесени, а также превышения концентрации вредных примесей необходимо обеспечить надлежащий воздухообмен в помещении.

Система вентиляции и кондиционирования оказывает воздействие на микроклимат помещения, качество воздуха в помещении, уровень влажности в помещении, а также акустику помещения.

Основные задачи системы вентиляции и кондиционирования воздуха заключаются в обеспечении физиологически благоприятного микроклимата и поддержании гигиенически высококачественного воздуха в помещении, при этом нельзя забывать о вопросах энергоэффективности. Монтаж, пусконаладка, управление и обслуживание систем ВКВ должны осуществляться таким образом, чтобы используемое оборудование не представляло угрозы здоровью человека, не "раздражало" органы чувств, не "нарушало" температурного режима, а также не являлось источником неприятных запахов.

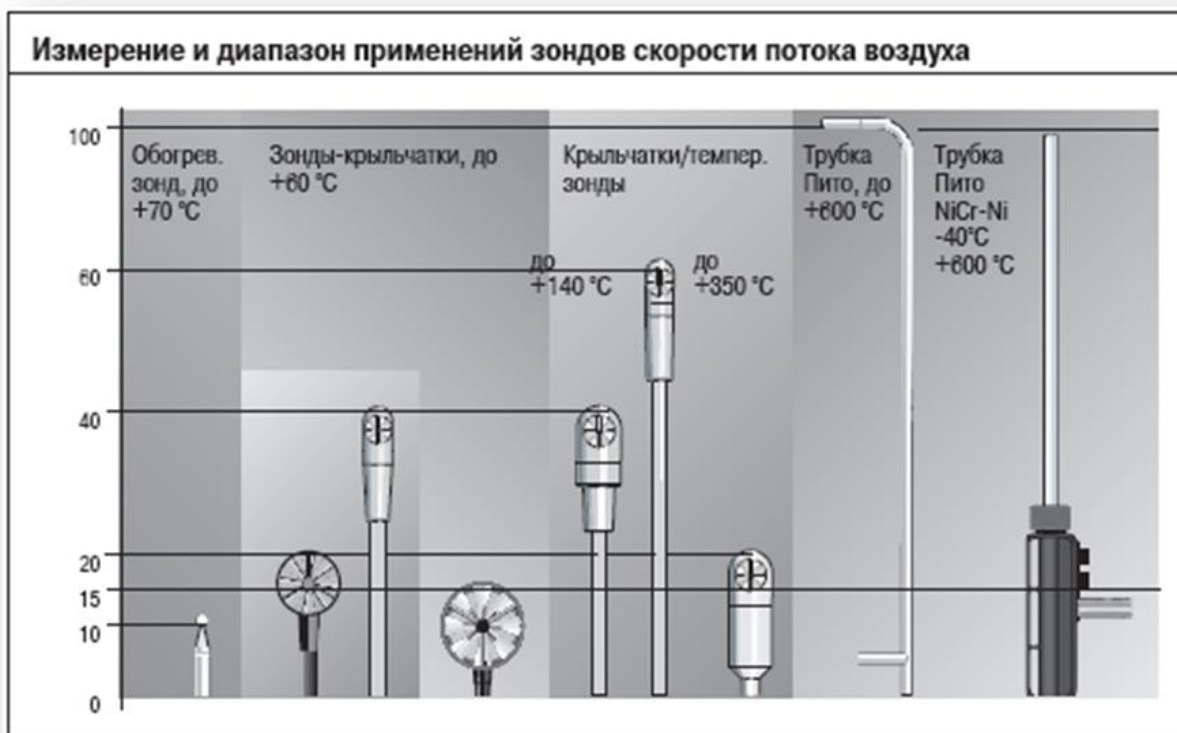
Основные измерения, проводимые в процессе ввода в эксплуатацию систем ВКВ, включают в себя:

- Определение объемного расхода.
- Определение диф. давления в области воздушных фильтров.
- Измерение температуры и влажности воздуха в воздуховодах.
- Измерение температуры и влажности воздуха в помещении.
- Определение потребляемой мощности двигателя вентилятора.

Следующие виды измерений не являются обязательными при проведении пусконаладочных работ, но при этом представляют собой важные составляющие комплексной проверки систем вентиляции:

- Определение параметров перегрева и переохлаждения.
- Измерение уровня звукового давления.
- Выявление риска возникновения сквозняков.
- Анализ качества воздуха (CO<sub>2</sub>).

Критерии и факторы влияющие на выбор зонда (рис.3):



**Рис.3** Разделение измерительных зондов по максимальной скорости измеряемого потока.

- Диапазон измерений скорости потока от 0 до 100 м/с (можно разделить на три диапазон: низкая скорость от 0 до 10 м/с, средняя скорость от 10 до 40 м/с и высокая скорость от 40 до 100 м/с).
- Температура потока воздуха.
- Запыленность потока.
- Места замеров.

Для разных диапазонов измеряемых скоростей применяются различные типы измерительных сенсоров. Так для измерения низких скоростей используются приборы с обогреваемым измерительным элементом. Для средних скоростей чаще всего применяют приборы с крыльчаткой, а для высоких скоростей – пневматические приёмники типа трубок Пито-Прандтля.

# ОРГАНИЧЕСКИЙ ПОДХОД К НАРУЖНОМУ ОСВЕЩЕНИЮ ПЕШЕХОДНЫХ ЗОН

**А.А. Шиманов**, ООО «ПОЛИВКОМПЛЕКТ», г. Москва

## **Введение**

Миллиарды лет вся жизнь зависела от предсказуемого ритма дня и ночи на Земле. Он закодирован в ДНК всех растений и животных. Люди радикально нарушили этот цикл, освещая ночь.

## **Материалы**

Для всех и так очевидно, на сколько важны для здоровья экосистемы световая цикличность (день, ночь). На практике же мы имеем через мерную освещенность городской и сельской застройки. Как результат — нарушение правильной вегетации растений, нарушение циркадных циклов животных и насекомых, ухудшение выработки мелатонина у людей. Все это результат, так называемого, светового загрязнения.



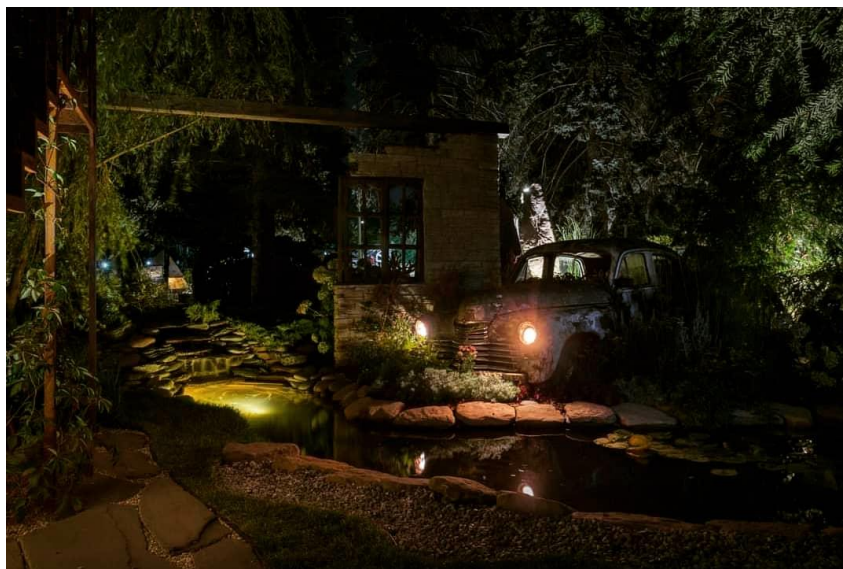
**Рис.1.** Освящение дорожек в саду



Очевидно, что при освещении автодорог у нас нет возможности снижать уровень освещенности проезжей части, так как это может привести к увеличению ДТП, но когда мы касаемся пешеходных пространств — необходимость уменьшения уровня освещенности тексту дорожно-тропиночной сети (далее по дтс) очевидна.

С другой стороны, мы сильно ограничены нормативными документами [2], которые четко регламентируют минимальный уровень освещенности дтс. Например, норма средней освещенности на дорожном покрытии боковых аллей и парков должна составлять не менее 1 люкса, при том, что в жилых комплексах уровень освещенности проходов регламентирован еще в 2 раза выше.

В действительности же, при правильно организованном освещении, возможно, значительно снизить уровень освещенности дтс, без вреда для комфорта жителей. Вспомним, что уровень освещенности, который обеспечивается в полнолуние, составляет всего 0,25 люкса, и человек при этом не испытывает дискомфорта.



**Рис.2.** Освещение сада

Во многом, необходимость столь значительной освещенности вызвано сравнительно не высокими требованиями к распределению светового потока

осветительных приборов. Часто возникает эффект прямого или косвенного ослепления, вследствие чего светочувствительные рецепторы глаза перестают воспринимать слабую освещенность.

Особенно важно, для борьбы со световым загрязнением, снижать уровень вертикальной освещенности на окнах жилых зданий, получаемый от общего воздействия установок наружного освещения всех видов. Сегодня этот показатель неприемлемо высок (10 люксов).



**Рис.3.** Освящение сада

В освещенном пространстве мы чувствуем себя защищёнными, хотя это конечно субъективное чувство, но и с ним нужно считаться.

Так как же нужно организовывать освещение пешеходных и придомовых зон, чтобы, с одной стороны, не вредить здоровью людей растений насекомых и пр. а с другой, не ухудшить уровень комфорта в этих зонах?

### **Выводы**

Для создания комфортного освящения, необходимо:

1. Снизить нормы освещенности в ГОСТах и других нормативных документах, для дтс пешеходных и придомовых зон. Дополнительно ограничить уровень вертикальной освещенности на окнах жилых зданий.

2. Ужесточить требования к применяемым утилитарным осветительным приборам. Уменьшить допустимый слепящий эффект (в идеале использовать только приборы с закрытым для глаз источником света). Повысить требования к равномерности освещения.

3. Активнее применять ландшафтное освещение, т.е. не концентрировать весь свет на дтс, а распределять его по всем парковым и придомовым пространствам.

### **Заключение**

Наша задача не только, а в некоторых случаях и не столько, осветить саму дтс, а создать комфортную и, вместе с тем, экологичную освещенность.

Необходимо широко применять световые приборы, дающие максимальные по площади и равномерности световые пятна. Формировать несколько пространственных уровней освещенности (как минимум три). Которые позволяли бы при низком уровне освещенности, получить максимально комфортное состояние людей и не наносить вред экологии.

### **Библиография**

1. [www.darksky.org](http://www.darksky.org)
2. ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное

# РЕГУЛИРУЕМАЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ

**Н. А. Шонина**, преподаватель, МГСУ, г. Москва

**Е. Г. Малявина**, кан. тех. наук, профессор, МГСУ, г. Москва

**Аннотация** Применение систем регулируемой естественной вентиляции в высотных зданиях позволит повысить энергосбережение.

**Ключевые слова:** естественная вентиляция, регулируемая вентиляция, высотное здание

## **Введение**

Доля энергопотребления системами климатизации здания составляет большую часть всей потребляемой зданием энергии. Необходим поиск новых методов для снижения расхода энергии системами ОВиК и увеличение эффективности их работы. Система регулируемой вентиляции позволяет повысить энергосбережение в зданиях повышенной этажности и высотных зданиях.

## **Материалы и методы**

В последние годы на территории Российской Федерации наметилась тенденция к увеличению количества возводимых высотных зданий и зданий повышенной этажности, относящихся к сегменту жилищного строительства, этому способствовала:

- возможность применения новых, более эффективных строительных материалов;
- накопление опыта по проектированию и строительству высотных зданий в нашей стране,
- удорожание стоимости земельных участков в крупных городах России.

Современные исследования выявили, что количество потребленной энергии высотными зданиями в годовом цикле (на единицу площади) превосходит количество энергии, потребленной энергией обычными многоэтажными зданиями. При этом доля энергопотребления системами климатизации здания составляет большую часть всей потребляемой зданием энергии.

Согласно Федеральному Закону № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», энергосбережение является одним из стратегических направлений развития России. Необходим поиск новых методов для снижения расхода энергии системами ОВиК и увеличение эффективности их работы.

Одним из способов снижения расхода энергии в зданиях является использование систем естественной регулируемой вентиляции. Использование естественной вентиляции относится к зеленым технологиям. Исследования, проведенные учеными-гигиенистами, совместно с учеными, изучающими системы климатизации зданий, показали, что диапазон температур, который люди считают комфортным, в помещениях с естественной вентиляцией шире, чем диапазон в помещениях, обслуживаемых системами кондиционирования. Соответственно, использование систем естественной вентиляции позволит снизить теплопотребление системами отопления здания и энергопотребление системами холодоснабжения или кондиционирования.

Согласно п. 8.7 СП 253.1325800 в высотных зданиях допускается использование приточной естественной вентиляции.

При этом на данный момент не разработана методика, которая бы позволяла оценить воздушный режим высотных зданий с естественной системой вентиляции, что является препятствием для реализации подобных проектных решений. В связи с отсутствием методики, воздухообмен в высотных зданиях реализуется, как правило, механической приточно-вытяжной системой вентиляции или кондиционирования воздуха.

В то же время существует примеры реализации конструктивных решений небоскребов, при которых была применена естественная вентиляция. В

Германии системой естественной вентиляции оборудованы здания Комерцбанка (Commerzbank) и Майн Тауер (MAIN TOWER), чья высота превышает 200м.

В нашей стране существует многолетний опыт эксплуатации естественной вентиляции в жилой части высотки на Котельнической набережной, построенной в 1952 году.

Системы уравнений, описывающие воздушный режим высотных зданий с системами естественной приточной вентиляции являются, системами высокого порядка. В существующих методах не обоснованы для применения математические методы решения этих систем, приводящие к близкой сходимости и достаточной точности. Это является препятствием для успешной реализации систем естественной вентиляции в данных зданиях. Разработка метода расчета воздушного режима здания в настоящее время является актуальной задачей.

Представляется необходимым разработать универсальное конструктивное решение для естественной приточной вентиляции для зданий выше 75 м с учетом климатических особенностей нашей страны для внедрения в практику проектирования. При разработке конструктивной схемы целесообразно учитывать следующие факторы:

1. В период, когда помещение не используется, нормами предусматривается возможность снижения воздухообмена до минимального.
2. Влияние на воздушный режим высотных зданий оказывает ряд климатических факторов, таких как температурный градиент, ветровое давление, конвективные потоки, возникающие вследствие влияния солнечной радиации.

Предлагается использование следующей схемы - приточный воздух поступает в жилые помещения через клапаны с защитой от избыточного ветрового давления. Клапаны оснащаются приводом, позволяющим контролировать количество поступающего в квартиры воздуха. Контроль может осуществляться пользователем, как в ручном, так и в автоматическом режиме (использование датчиков углекислого газа). Вытяжной воздух

удаляется из квартиры через решетки, расположенные в санузлах, кухнях и подсобных помещениях. По вытяжным каналам воздух попадает к вытяжному вентилятору. Вытяжной вентилятор устанавливается на кровле или техническом чердаке. Автоматизация вентилятора предполагается по принципу, используемому в системах вентиляции VAV (Variable Air Volume). Это система вентиляции, работающая в режиме с переменным расходом воздуха.

Данная схема позволит регулировать воздухообмен в квартирах по требованию. Во время отсутствия людей в квартире воздухообмен можно будет снижать до минимального. Это приведет к снижению затрат энергии на подогрев воздуха в отопительный период.

### **Заключения**

Использование регулируемой естественной вентиляции представляется перспективным решением для снижения энергопотребления высотных зданий. Разработка методики расчета воздушного режима высотного здания, оснащенного системой регулируемой естественной вентиляции, позволит внедрить данные системы в практику

### **Библиография**

1. Шилкин Н.В., Шонина Н.А., Никитина Т.П. Индивидуальное регулирование вентиляции в многоквартирных жилых зданиях // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2020. № 3. С. 38-43.
2. СП 253.1325800.2016 Инженерные системы высотных зданий / Издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2017
3. Weerasuriyaa A.U., Xuelin, Zhanga, Vincent J.L.Gana, YiTanb / A holistic framework to utilize natural ventilation to optimize energy performance of residential high-rise buildings // Building and Environment Volume 153, 15 April 2019, Pages 218-232

# УПРАВЛЕНИЕ ШАРОВЫМ КРАНОМ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ТЕПЛОМ ПУНКТЕ ЗДАНИЯ ШКОЛЫ

**Ярошенко К.С.**, НИУ МГСУ, г. Москва

Научный руководитель **Поленов Д.Ю.** кан. тех. наук, старший преподаватель, НИУ МГСУ, г. Москва

**Аннотация:** Снижение потребления теплоносителя в нерабочее время в общественных зданиях, а также погодозависимое регулирование теплоносителя системы отопления позволяет значительно сэкономить как финансы, так и теплоэнергию, что приведет к улучшению экологической ситуации.

**Ключевые слова:** общественные здания, отопление, автоматизация, погодозависимое регулирование, температура.

## **Введение**

Индивидуальный тепловой пункт – это комплекс устройств, предназначенных для присоединения системы теплоснабжения здания (контуры отопления, горячего водоснабжения или вентиляции) к тепловой сети.

## **Материалы и методы**

В состав оборудования контура отопления входят: теплообменники, насосы, запорно-регулирующая арматура и контрольно-измерительные приборы. При проектировании системы автоматизации ИТП одной из основных задач является управление электрическим шаровым краном.

Электрический шаровый кран необходим в автоматических установках, которые регулируют подачу горячей воды. В табл. 1 приведено сравнение технических характеристик популярных шаровых кранов.



**Таблица 1.**

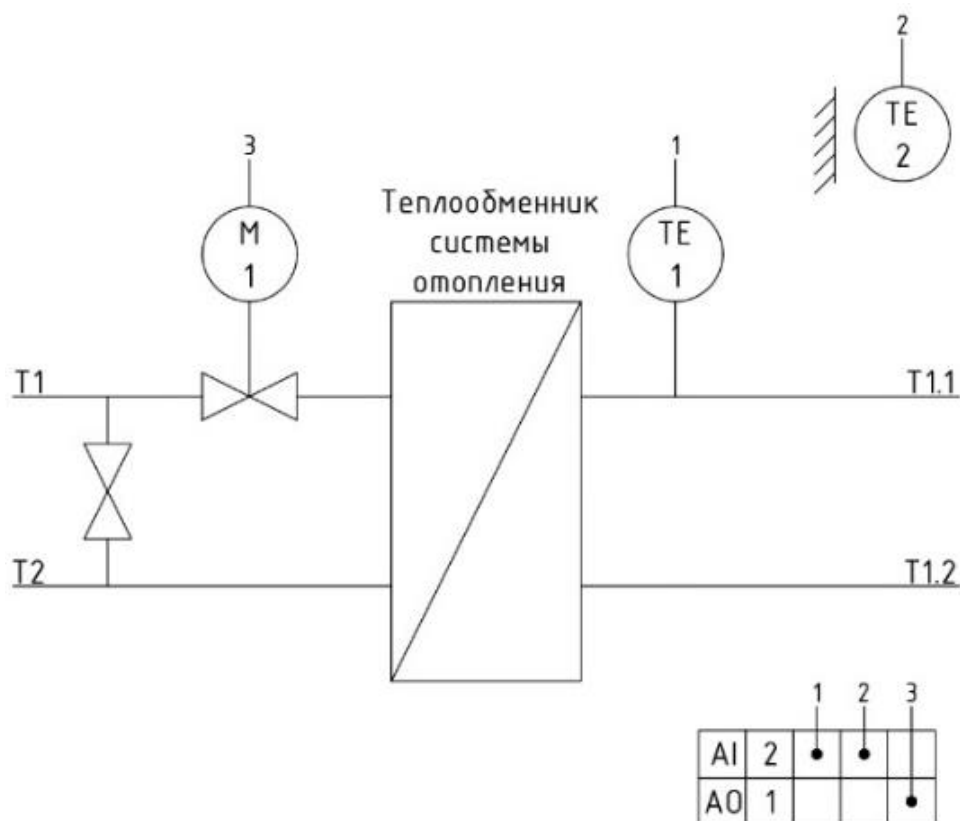
Сравнение технических характеристик шаровых кранов

<b>Техническая характеристика</b>	<b>Neptun PROFi 12B</b>	<b>Neptun Bugatti Pro 220 B</b>	<b>Comparato Nello Diamant 2000</b>
Крутящий момент, Нм	16	9	8
Максимальное давление, бар	40	40	16
Материал крана	нержавеющая сталь AISI304	никелированная латунь	никелированная латунь
Время срабатывания, с	21	21	60
Потребляемая мощность, Вт	1,4	10	3,5
Степень пылевлагозащиты	IP64	IP65	IP54

Функциональная схема автоматизации рассматриваемой части ИТП приведена на рис. 1.

В течение отопительного периода (ХПГ) комфортная температура в помещениях поддерживается за счет системы отопления [1], но в общественных зданиях нет необходимости поддерживать её в нерабочее время, т. е. когда в здании не находятся люди. Снижение потребления теплоносителя в нерабочее время позволяет значительно сэкономить как финансы, так и теплоэнергию. Таким образом, составляя алгоритм управления краном, рационально учитывать различные режимы работы в зависимости от времени. В здании школы можно предусмотреть следующие режимы:

1. День (8:00–20:00) – температура подачи поддерживает нормальную температуру подачи отопления;
2. Ночь (22:00–6:00) – температура подачи поддерживает пониженную температуру подачи отопления;



**Рис. 1.** Функциональная схема автоматизации крана отопления ИТП:

- 1 – датчик температуры воды в системе отопления,
- 2 – датчик температуры наружного воздуха,
- 3 – электрический шаровый кран,
- T1 – подающий трубопровод тепловой сети,
- T2 – обратный трубопровод тепловой сети,
- T1.1 – подающий трубопровод системы отопления,
- T1.2 – обратный трубопровод системы отопления

3. Выходные дни (с субботы 6:00 до воскресенья 22:00) – температура подачи поддерживает пониженную температуру подачи отопления;

4. Между днём и ночью (20:00–22:00) происходит остывание (сильное понижение температуры подачи теплоносителя), чтобы понизить температуру в помещениях на ночь;

5. Между ночью и днём (6:00–8:00) происходит перегревание (сильное завышение температуры подачи теплоносителя), чтобы нагреть помещения, в которых ночью была понижена температура.

Алгоритм управления краном: по часам реального времени определяется один из режимов («день», «переход день-ночь», «ночь/выходные дни», «переход ночь-день»), в зависимости от режима и температуры наружного воздуха определяются необходимые температура подачи системы отопления, температура теплоносителя и положение клапана. Структурная схема блока управления приведена на рис. 2.

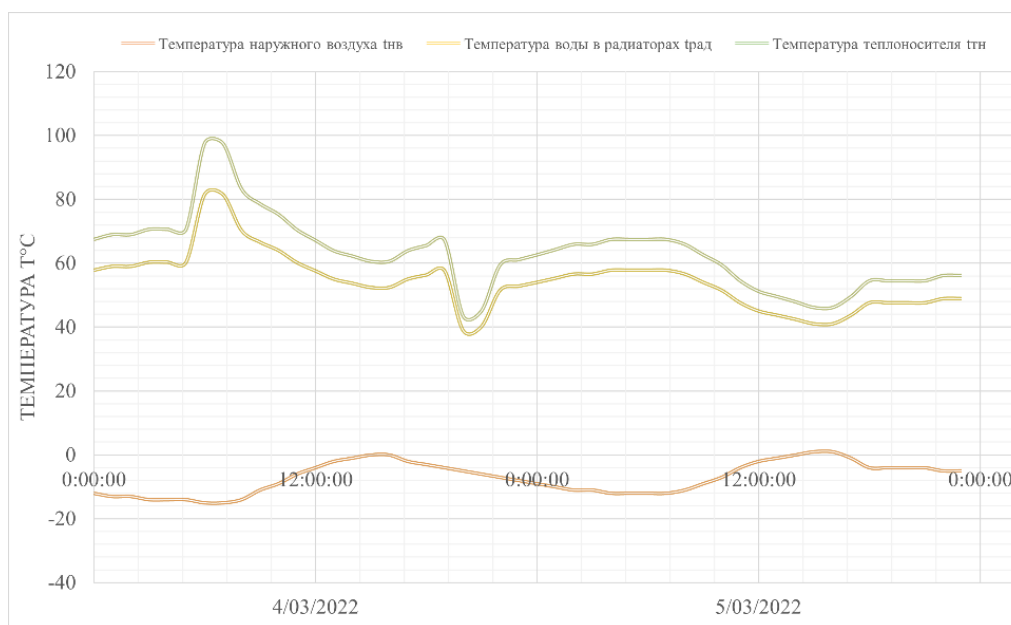


**Рис. 2.** Структурная схема управления шаровым краном

Микроконтроллер отправляет запросы на датчик температуры и часы реального времени, по полученной информации в соответствии с программой определяет необходимое изменение положения клапана и подает напряжение на релейный модуль. Питание микроконтроллера и релейного модуля осуществляется от блока питания.

## Результаты

В соответствии с отопительным графиком [2, 3] и временными режимами определяются температуры воды в радиаторах и теплоносителя 4 марта (пятница) и 5 марта (суббота), показания температуры наружного воздуха снимаются каждый час, результаты представлены на рис. 3.



**Рис. 3.** Изменения температур наружного воздуха и воды в трубопроводах Т1 и Т1.1

## Заключения

Таким образом, в процессе проделанной работы, мы получили следующие результаты:

1. Изучен и проанализирован принцип работы системы отопления ИТП, а также электрического шарового крана в составе контура отопления, произведено сравнение технических характеристик различных кранов;
2. Разработаны режимы «день», «переход день-ночь», «ночь/выходные дни», «переход ночь-день» для работы шарового крана системы отопления ИТП в здании школы;
3. Разработаны алгоритм и структурная схема управления шаровым краном;
4. Разработан имитационный макет части системы;

5. Построены графики зависимости температур воды в радиаторах и теплоносителя от времени в будний день (4 марта, пятница) и выходной (5 марта, суббота).

### **Библиография**

1. Мартыненко Г. Н. Основы автоматизации тепловых процессов. Учебное пособие. Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 70 с.

2. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна". Москва : Новое знание ; Инфра-М, 2017. - 285 с.

3. Самарин, О. Д. Гидравлические расчеты инженерных систем - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : АСВ, 2016. - 132 с.