

№3 (3)
2021

Инженерные --- ИССЛЕДОВАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИЗ РЫНКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Г.П. Попов	3-8
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» М.А. Гущина	9-14
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ Е.М. Перминов	15-21
СОВРЕМЕННЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА О.В. Петров	22-27
3D-ПЕЧАТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Н.И. Михайлов	28-35

CONTENTS

ANALYSIS OF THE MARKET FOR THERMAL INSULATION MATERIALS G.P. Popov	3-8
ANALYSIS OF EXISTING TECHNICAL SOLUTIONS OF THE SMART HOME SYSTEM M. A. Gushchina	9-14
ENSURING FIRE SAFETY OF HIGH-RISE BUILDINGS E.M. Perminov	15-21
MODERN DECORATION MATERIALS IN INTERIOR DESIGN O.V. Petrov	22-27
3D-PRINTING IN CONSTRUCTION N.I. Mikhailov	28-35

УДК 699.86

АНАЛИЗ РЫНКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Г.П. Попов

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. В связи со стремительным ростом цен на энергоносители особенно актуален вопрос повышения энергоэффективности жилых и промышленных зданий и сооружений. Потребительский рынок теплоизоляционных материалов в России представлен тремя основными направлениями их использования: строительный комплекс, ЖКХ и промышленность. Большинство теплоизоляционных материалов потребляется в строительной отрасли. В данной статье сделан анализ рынка теплоизоляционных материалов по регионам мира, России, а также отдельно приведена структура российского рынка по видам теплоизоляционных материалов. Рассмотрены основные виды существующих теплоизоляционных материалов, приведены производители, указана удельная стоимость теплоизоляционных материалов. Перспективы роста российского рынка теплоизоляции связаны, прежде всего, с улучшением инвестиционного климата, развитием производства и повышением качества продукции, увеличением объемов строительства. Что касается новых теплоизоляционных материалов, то все они требуют больших экспериментальных исследований на предмет изучения влажностного и теплового режима, экономической эффективности и, конечно же, теплотехнических расчетов.

Ключевые слова: теплоизоляция, теплоизоляционные материалы, энергоэффективность, стекловолокно, экструзионный пенополистирол, каменная вата, пенополиуретан.

Ссылка для цитирования: Попов, Г.П. Анализ рынка теплоизоляционных материалов / Г.П. Попов // Инженерные исследования. - 2021. - № 3(3). - С. 3-8. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/3-8.pdf>

ANALYSIS OF THE MARKET FOR THERMAL INSULATION MATERIALS

G.P. Popov

^{1, 2} Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. In connection with the rapid rise in energy prices, the issue of improving the energy efficiency of residential and industrial buildings and structures is especially relevant. The consumer market of heat-insulating materials in Russia is represented by three main areas of their use: the construction complex, housing and communal services and industry. Most of the thermal insulation materials are consumed in the construction industry. This article analyzes the market of heat-insulating materials by regions of the world, Russia, and also separately shows the structure of the Russian market by types of heat-insulating materials. The main types of existing heat-insulating materials are considered, manufacturers are given, the specific cost of heat-insulating materials is indicated. The growth prospects of the Russian market for thermal insulation are associated, first of all, with an improvement in the investment climate, development of production and an increase in product quality, and an increase in construction volumes. As for new heat-insulating materials, they all require extensive experimental research in order to study the humidity and thermal conditions, economic efficiency and, of course, heat engineering calculations.

Keywords: thermal insulation, thermal insulation materials, energy efficiency, fiberglass, extruded polystyrene foam, stone wool, polyurethane foam.

For citation: Popov, G.P. Analysis of the market for thermal insulation materials / G.P. Popov // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. - 2021. - No. 3(3). - Pp. 3-8. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/3-8.pdf>

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в связи со стремительным ростом цен на энергоносители особенно актуален вопрос повышения энергоэффективности жилых и промышленных зданий и сооружений. Потребительский рынок теплоизоляционных материалов в России представлен тремя основными направлениями их использования: строительный комплекс, ЖКХ и промышленность. Большинство теплоизоляционных материалов (более 85%) потребляется в строительной отрасли.

На долю жилищно-коммунального хозяйства и промышленности приходится около 12% от общего объема потребляемых в России теплоизоляционных материалов.

Сегодня в нашем мире мы все еще ищем новые, более эффективные способы обогрева помещений [1]. Однако все усилия могут быть затрачены при значительных потерях тепла в зданиях [2, 3].

Многочисленные исследования теплотехнических характеристик зданий и сооружений во всем мире показали, что потери тепла происходят в основном через стены (35%), а также через крышу (25%), фундамент и перекрытия (15%), прочие элементы конструкции (25%).

Все эти элементы зданий должны быть утеплены специальными материалами, предотвращающими утечку тепла и поддерживающими комфортную температуру с минимальным потреблением энергии [4]. Поэтому спрос на теплоизоляционные материалы во всем мире только растет. Теплоизоляция поможет снизить выбросы парниковых газов, сэкономить энергию, соответствовать экологическим стандартам и воспользоваться налоговыми льготами. В странах Северной Америки используются разные типы теплоизоляционных материалов.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Стекловолокно. В таком виде стекло проявляет свои необычные свойства: не крошится и не бьется, а легко гнется. Стекловолокно используется в строительстве, электротехнике, автомобилестроении, судостроении, производстве инструментов и других отраслях промышленности. В строительстве стекловолокно (рис.1) часто используется для утепления, звукоизоляции полов или межкомнатных перегородок.

Производители: Армпласт, Eaton, АЗСВ, ОАО «Завод стекловолокна», ОАО «Стекловолокно» и др.
Цена за 1 квадратный метр: 30-35 рублей.



Рис. 1. Стекловолокно¹
Fig. 1. Fiberglass



Рис. 2. Экструзионный пенополистирол²
Fig. 2. Extruded polystyrene foam

Пенополистирол экструдированный (рис.2) - это синтетический теплоизоляционный материал, который имеет широкий спектр применения: теплоизоляция фундаментов и цоколей, многослойная кладка и штукатурка фасадов, крыш, полов, в том числе «теплых».

Производители: Технониколь, Пеноплэкс, Экстрол, Ravatherm, Ursa и др.
Цена за 1 квадратный метр: от 1375 рублей.

¹ Стеклоткань Т-13 [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.oma.by/steklotkan-t-13-100-sm-2-152579-p> (дата обращения: 11.04.2021)

² Батэплекс экструдированный пенополистирол XPS [Электронный ресурс]. - URL: <https://deal.by/Batepleks-ekstrudirovannyj-penopolistiroi-xps.html> (дата обращения: 11.04.2021)

Каменная вата (рис.3) - производится в основном из плавления горных пород. Вид минеральной ваты. Сырьем для производства волокна каменной ваты являются габбро-базальтовые породы. Изделия из каменной ваты используются для теплоизоляции и звукоизоляции наружных стен, крыш, полов, перекрытий и межкомнатных перегородок при строительстве частных домов, в промышленном и гражданском строительстве, противопожарном оборудовании, теплоизоляции.

Производители: Технониколь, ROCKWOOL, Knauf, Isover, Paroc, Ursa, IZOVOL, Белтеп и др.
Цена за 1 квадратный метр: от 105 рублей.



Рис. 3. Каменная вата³
Fig. 3. Stone wool



Рис. 4. Пенополиуретан⁴
Fig. 4. Polyurethane foam

Пенополиуретаны (рис.4) представляют собой группу пластиков, наполненных газом, на 88% состоящих из газа. В зависимости от вида он может быть жестким или эластичным. Если использовать этот материал, можно снизить нагрузку на фундамент и грунт. Применяется для теплоизоляции и звукоизоляции. Качества: материал может быть нанесён на новые и старые конструкции, тем самым не требует подготовительных работ, так же после нанесения материал не требует замены, а будет служить пока стоит дом. Ещё при напылении материала на поверхность, можно закрыть все «мостики холода».

Производители: Bayer, Huntsman, Dow Chemical, Elastogran, Mitsui Chemicals и др.
Цена за 1 квадратный метр: от 350 руб.

МИРОВОЙ РЫНОК ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мировой рынок теплоизоляционных материалов можно условно разделить на страны Северной Америки, Азиатско-Тихоокеанский регион, Европу и остальные регионы. На рис.5 представлен объем рынка теплоизоляционных материалов за 2021 год по регионам.

По мере развития глобального рынка теплоизоляционных материалов 28% компаний выбирают стратегии развития через объединение, деление и поглощение, при этом 29% расширяются, а 31% создает новые предприятия.

Соотношение видов теплоизоляционных материалов по регионам представлено на рис.6.

³ Какая минеральная вата лучше для утепления [Электронный ресурс]. - URL: <https://srbu.ru/stroitelnye-materialy/1582-kakaya-luchshe-mineralnaya-vata-ili-bazaltovaya-vata.html> (дата обращения: 18.04.2021)

⁴ Состав, свойства и преимущества пенополиуретана [Электронный ресурс]. - URL: <http://stroynedvizhka.ru/stroitelnye-materialy/sostav-svoystva-penopoliuretana/> (дата обращения: 19.04.2021)

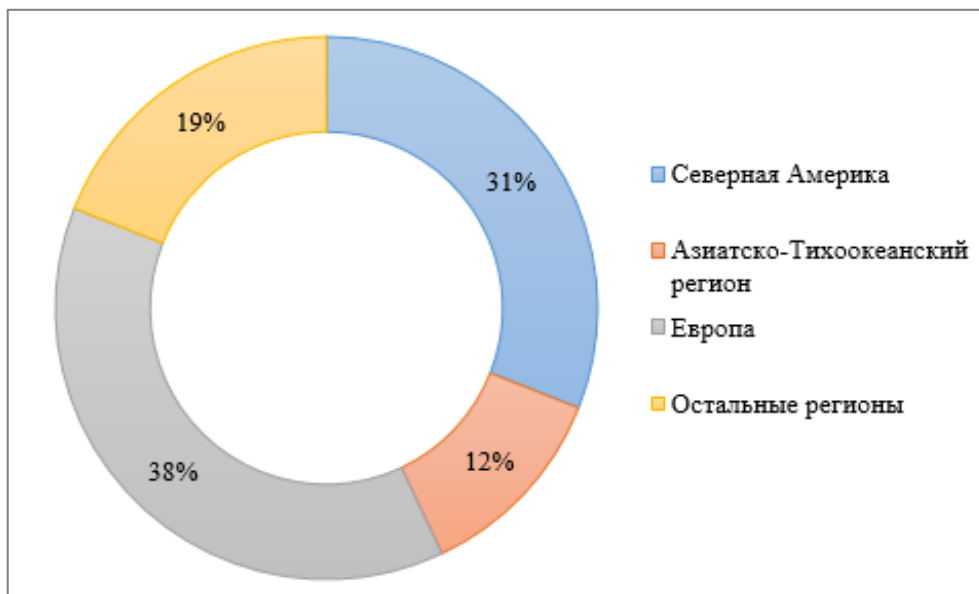


Рис. 5. Объем рынка теплоизоляционных материалов (по регионам)
Fig. 5. Market volume of thermal insulation materials (by region)

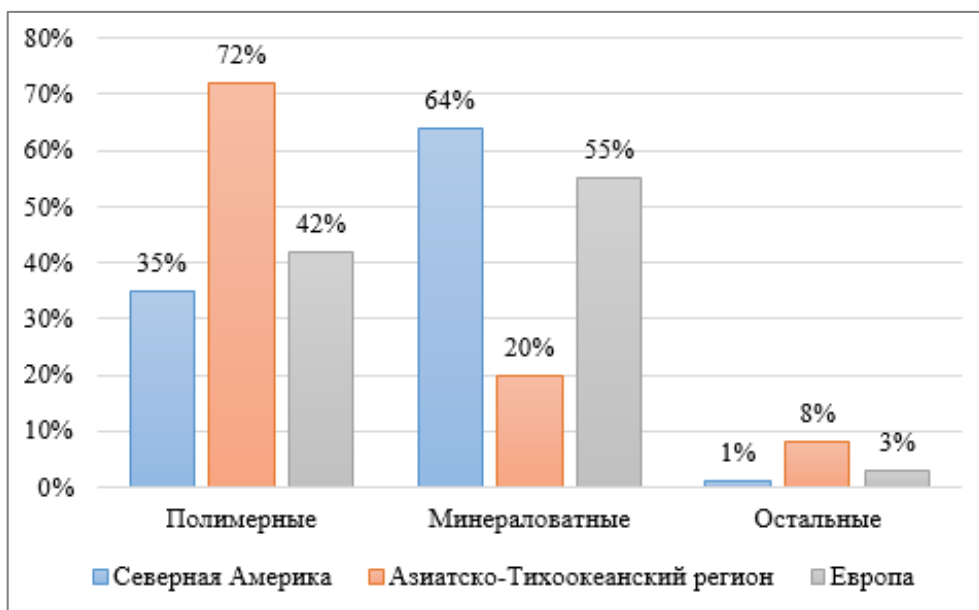


Рис. 6. Структура рынка теплоизоляционных материалов (по видам теплоизоляционных материалов)
Fig. 6. Market structure of heat-insulating materials (by types of heat-insulating materials)

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В последнее время при поддержке правительства России программ по строительству жилья увеличилось производство и теплоизоляции [5, 6]. Российский рынок теплоизоляционных материалов также развивается благодаря общим для всего мира предпосылкам, поскольку теплоизоляционные материалы позволяют экономить энергию в зданиях и сооружениях, уменьшают зависимость от роста цен на энергию [7].

На долю России приходится около 4% мирового потребления всех видов теплоизоляционных материалов. Структура рынка теплоизоляционных материалов в России по видам материалов представлена на рис.7.

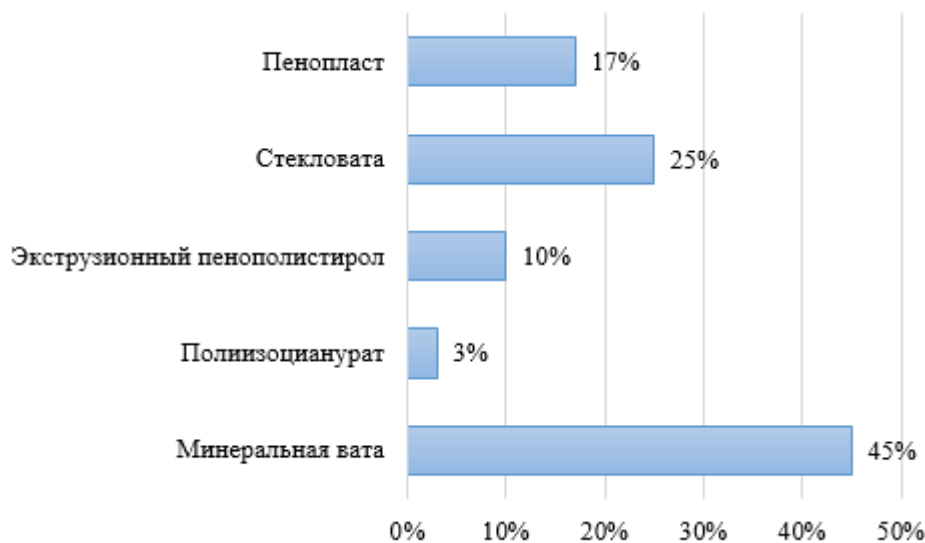


Рис. 7. Структура рынка теплоизоляционных материалов в России (по видам теплоизоляционных материалов)
Fig. 7. The structure of the market of heat-insulating materials in Russia (by types of heat-insulating materials)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В наше время необходимость повышения энергоэффективности зданий и сооружений привела к применению современных теплоизоляционных материалов. Функция теплоизоляционных материалов в строительстве – сократить расход энергии на отопление, и повысить комфортабельность домов. Мировой рынок теплоизоляционных материалов оценивается в 23 миллиарда долларов США. В Америке и, по мнению некоторых экспертов, в ближайшие 10 лет могут быть увеличены вдвое, так как применение теплоизоляционных материалов в строительстве стало практической необходимостью.

Рынок теплоизоляционных материалов в России стабильно рос на 10–15% последние семь лет. Перспективы роста российского рынка теплоизоляции связаны прежде всего с улучшением инвестиционного климата, развитием производства и повышением качества продукции, увеличением объемов строительства.

Среди различных видов теплоизоляционных материалов в структуре потребления наибольшим спросом пользовались волокнистые материалы, в том числе теплоизоляционные изделия на основе стеклянных и базальтовых волокон, а также минеральная вата [8]. Появляются и новые виды теплоизоляционных материалов, такие как, например, аэрогель. Однако все они требуют больших экспериментальных исследований на предмет изучения влажностного и теплового режима, экономической эффективности и, конечно же, теплотехнических расчетов [9-12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голунов, С.А. применение теплоизоляции Пеноплэкс® для снижения сил морозного пучения грунта за подпорными стенами / С.А. Голунов // Строительные материалы. - 2007. - №6. - С. 58-59.
2. Чиркова, Ю.Э. Преимущества применения энергоэффективных технологий в зданиях / Ю.Э. Чиркова, М.В. Бабаев, И.С. Птухина // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург. - 2021. - С. 220-223.
3. Чакин, Е.Ю. Современные тенденции повышения энергоэффективности зданий / Е.Ю. Чакин, О.С. Гамаюнова // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург. - 2021. - С. 212-215.
4. Савилова, Г.Н. «Теплый дом» - основные аспекты качества системы теплоизоляции / Г.Н. Савилова, Л.М. Омельченко, М.Б. Каплан // Строительные материалы. - 2003. - №4. - С. 40-41.
5. Мусорина, Т.А. Энергоэффективность промышленного района в составе проекта реновации / Т.А. Мусорина, Р.И. Багаутдинов, К.М. Ракова // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2016. - № 12(51). - С. 61-72.
6. Ptuhina, I. Efficiency of urban development under high-rise construction of districts / I. Ptuhina, T. Spiridonova, T. Musorina, S. Kanyukova, A. Rezvaia // В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. Editor V. Murgul. - 2016. - С. 01049.

7. Максименко, А.Т. Анализ рынка теплоизоляционных материалов в России / А.Т. Максименко, Е.В. Казиминова // В сборнике: Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. сборник статей XIII Международной научно-практической конференции: в 2 частях. - 2018. - №1. - С. 85-87.

8. Кашеев, И.Д. Эффективная теплоизоляция тепловых агрегатов / И.Д. Кашеев // Огнеупоры и техническая керамика. - 2006. - №11. - С. 32-36.

9. Зубарев, К.П. Теоретические и экспериментальные методы определения сопротивления теплопередаче. Обзор литературы / К.П. Зубарев, А.И. Бородулина, А.Р. Галлямова // Строительные материалы. - 2021. - № 6. - С. 9-14.

10. Мусорина, Т.А. Определение активного и реактивного сопротивления для однослойного стенового ограждения / Т.А. Мусорина, М.Р. Петриченко, Д.Д. Заборова, О.С. Гамаюнова // Вестник МГСУ. - 2020. - Т. 15. - № 8. - С. 1126-1134.

11. Zubarev, K. Determining the coefficient of mineral wool vapor permeability in vertical position / K. Zubarev, V.G. Gagarin // Advances in Intelligent Systems and Computing (см. в книгах). - 2021. - Т. 1259 AISC. - С. 593-600.

12. Musorina, T. Boundary layer of the wall temperature field / T. Musorina, O. Gamayunova, M. Petrichenko, E. Soloveva // Advances in Intelligent Systems and Computing (см. в книгах). - 2020. - Т. 1116 AISC. - С. 429-437.

ОБ АВТОРАХ

Глеб Павлович Попов – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: popov.gp@edu.spbstu.ru

ABOUT THE AUTHORS

Gleb P. Popov – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: popov.gp@edu.spbstu.ru

УДК 69.059

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

М.А. Гущина

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. Основное назначение системы «умный дом» – комплексное управление инженерными системами в жилом или промышленном здании. Однако данные технологии могут применяться в сфере освещения, водоснабжения, охранных систем, теплоснабжения и т.д. Система «умный дом» позволяют создать комфортные условия для каждого человека, а также минимизировать затраты и сделать здание или сооружение более энергоэффективным. В статье описана современная система «умный дом», её структура и технологии управления системой. Проведен анализ существующих технических решений системы «умный дом», представлены достоинства и недостатки этих решений. Представлены результаты сравнительного анализа систем «умный дом» по таким категориям как простота установки и настройки, открытость системы, надёжность и доступность. На примере системы LanDrive определена экономическая эффективность системы «умный дом». Благодаря всё более широкому внедрению подобных систем есть перспектива того, что в будущем системы «умный дом» позволят значительно снизить уровень грабежей и разбоев, пожаров и технических аварий.

Ключевые слова: умный дом, интеллектуальное здание, инженерные системы, безопасность, экономическая эффективность.

Ссылка для цитирования: Гущина, М.А. Анализ существующих технических решений системы «умный дом» / М.А. Гущина // Инженерные исследования. - 2021. - № 3(3). - С. 9-14. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/9-14.pdf>

ANALYSIS OF EXISTING TECHNICAL SOLUTIONS OF THE SMART HOME SYSTEM

M. A. Gushchina

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. The main purpose of the "smart home" system is the integrated management of engineering systems in a residential or industrial building. However, these technologies can be applied in the field of lighting, water supply, security systems, heat supply, etc. The "smart home" system allows you to create comfortable conditions for each person, as well as minimize costs and make a building or structure more energy efficient. The article describes the modern "smart home" system, its structure and system control technologies. The analysis of existing technical solutions of the "smart home" system is carried out, the advantages and disadvantages of these solutions are presented. The results of a comparative analysis of "smart home" systems in such categories as ease of installation and configuration, system openness, reliability and availability are presented. Using the LanDrive system as an example, the economic efficiency of the "smart home" system has been determined. Thanks to the increasingly widespread introduction of such systems, there is a prospect that in the future, smart home systems will significantly reduce the level of robberies and robberies, fires and technical accidents.

Keywords: smart home system, smart building, engineering systems, security, economic efficiency.

For citation: Gushchina M. A. Analysis of existing technical solutions of the smart home system / M. A. Gushchina // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. - 2021. - No. 3(3). - Pp. 9-14. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/9-14.pdf>

ВВЕДЕНИЕ

Система умный дом с годами набирает всё большую популярность за счёт своего удобства и практичности. Умный дом обеспечивает более комфортное использование многих систем здания [1-3]. Иными словами, это система управления всеми современными устройствами жилого пространства, начиная от управления освещением и энергопотреблением, заканчивая безопасностью. Концепция системы «умный дом» предполагает новый подход в организации жизнедеятельности в доме, при котором создается единая автоматизированная система управления. Она позволяет значительно увеличить эффективность функционирования и надежность управления всех систем жизнеобеспечения. Главной особенностью системы «умный дом» является объединение нескольких подсистем в единый комплекс. Система «умный дом» – это повышение комфорта, уровень которого достигается как путем простого и понятного управления подсистемами, так и слаженного взаимодействия всех подсистем друг с другом. Для начала рассмотрим структуру «умного дома» и системы, из которых он состоит.

ОСВЕЩЕНИЕ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Оборудование «умного» освещения предназначено для управления внутренними и наружными осветительными приборами. Контроллеры используются для подключения к сети, а для регистрации действий используются датчики и детекторы. Датчики регистрируют любые изменения освещения и отправляют сигналы на контроллеры. Они обрабатывают сигнал и в зависимости от времени суток включают светильники с определенным уровнем яркости.

К основным функциям освещения системы «умный дом» относятся:

- включение/выключение осветительных приборов, настройка яркости;
- управление группами света;
- управление освещением с помощью панелей, которые находятся в разных комнатах помещения;
- энергосберегающие программы;
- включение/выключение приборов в зависимости от событий, расписания или присутствия;
- режим имитации присутствия;
- управление осветительными приборами дистанционно;
- регулирование освещения нажатием одной кнопки.

КЛИМАТ-КОНТРОЛЬ

Данная система обеспечивает поддержание необходимой температуры и влажности воздуха в помещении. Система «умный дом» способна самостоятельно справляться с созданием, поддержанием и управлением индивидуальным микроклиматом для каждой отдельной зоны жилища. Кроме того, климат-контроль обеспечивает ионизацию и озонирование воздуха дома. Основные параметры контролирования с помощью «умного дома»:

- температура воздуха;
- уровень влажности помещения;
- кондиционирование и перемещение воздушных масс;
- вентиляция.

Для осуществления управления микроклиматом необходимы определённые датчики для фиксации и передачи сигнала в систему управления. Основные приборы - это датчики движения, температуры и влажности.

ШТОРЫ И ЖАЛЮЗИ

Благодаря системе автоматизации есть возможность управлять всеми устройствами с электроприводами: шторами, жалюзи, дверьми, панелями. Основные функции [4]:

- с помощью сенсорных панелей или пультов осуществляется управление шторами или жалюзи;
- есть возможность задать определённое положение штор;
- при срабатывании пожарной сигнализации окна закрываются автоматически;
- осуществление проветривания;
- открытие и закрытие штор в зависимости от освещённости и расписания.

БЕЗОПАСНОСТЬ

Обеспечение безопасности подразумевает внедрение трёх больших групп решений: предотвращение проникновения в дом, предупреждение возникновения техногенных аварий, а также систему

видеонаблюдения. Территориально зоны ответственности системы безопасности делятся на рубежи, начиная от территории вокруг дома, и заканчивая безопасностью внутри дома [5].

Система «умный дом» обеспечивает:

- защиту протечек;
- защиту от короткого замыкания;
- защиту от возгораний и задымлений;
- энергосбережение;
- систему пожаротушений;
- аварийную сигнализацию;
- защиту от вторжений;
- автоматизацию дверей.

Состояние охраняемых зон контролируют датчики (окон, дверей, задымленности). В зависимости от типа сигнала, датчики вызывают необходимую реакцию от системы. Например, в случае пожара включается противопожарная система, перекрывается газ, отключается электричество. Сигнализация оповещает присутствующих о пожаре, хозяину приходит сообщение, а служба безопасности уведомляется о пожаре.

УПРАВЛЕНИЕ

Система управления домом состоит из различных элементов, которые можно комбинировать, заменять, подстраивать. С помощью программированной системы управления можно автоматически управлять различными системами «умного дома». Система управления может работать от сети 220В. Это позволяет не проводить дополнительные коммуникации электропроводки, что экономит время и средства.

В центральном пульте управления системой можно самостоятельно задать параметры для программы дома, настроить приборы так, чтобы создать максимальный уровень комфортности. Графический экран показывает, какая программа в данное время активирована и помогает оценить состояние системы. С помощью такого пульта вы можете управлять практически всеми процессами «умного дома».

В качестве управляющего контроллера системы «умный дом» наиболее оправдано применение одноплатного компьютера промышленного исполнения. Подобные компьютеры отличаются небольшим размером, малой потребляемой мощностью, отсутствием механических частей (вентиляторы, жесткие диски) и работают на программном обеспечении с открытым исходным кодом.

Функции управления:

- объединение устройств в группы (света, зоны климат-контроля, мультимедиа);
- запуск системы с помощью одной кнопки или автоматически с помощью таймеров, датчиков и других устройств;
- задействование любого количества устройств одновременно;
- контроль подключенных устройств, статистика энергопотребления.

АРХИТЕКТУРА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «УМНЫЙ ДОМ»

Для обеспечения управления «умным домом» необходима единая система контроллера с датчиками. Существует несколько типов таких систем:

1. **Централизованная** система. Состоит из одного центрального контроллера, к которому подключаются все компоненты системы. Примером такой системы является CRESTRON.

2. **Децентрализованная** система. В такой системе устройства не зависят друг от друга. Каждый существующий модуль имеет в себе микропроцессор с памятью.

ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «УМНЫЙ ДОМ»

Системы «умный дом» разделяют по способу передачи информации между датчиками, контроллером и устройствами на три вида: проводные, беспроводные и комбинированные [6].

- **Проводные** - все контроллеры и датчики в такой системе соединены с помощью проводов.

- **Беспроводные** - подразумевают под собой соединение всех контроллеров с датчиками посредством Wi-Fi или Bluetooth.

- **Комбинированные** - могут работать как с беспроводным, так и с проводным оборудованием. Благодаря этому можно установить проводную систему при ремонте, а затем дополнить её беспроводными компонентами. Таким образом, комбинированная система сочетает в себе все

достоинства проводной и беспроводной систем и исключает их недостатки. Она является самым удобным вариантом для «умного дома».

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

1. **CRESTRON** – централизованная система управления. Главным преимуществом данной системы являются управляющие контроллеры, которые обладают большим набором встроенных возможностей, высокой производительностью и хорошей гибкостью. С помощью данной системы можно собрать в один комплекс все системы жизнеобеспечения, осуществлять управление из единого центра. Данная система применяется для управления всеми блоками, такими как: освещение, жалюзи, микроклимат, безопасность, аудио-видео. С помощью единой панели управления можно осуществлять все регулировки помещения: включение/выключение аудио-видео систем, установление уровня громкости, освещённости, открытие/закрытия жалюзи или штор.

2. **EIB** – европейский стандарт международной ассоциации EIBA. Данная система является примером децентрализованной системы. Все устройства в ней связаны друг с другом непосредственно без центрального контроллера. Все устройства обмениваются информацией по общему каналу – шине EIB. Вся информация собирается и через шину передаётся от источника приёмнику или группе приёмников. Сообщения получают все приёмники, но реагируют только те, кому оно адресовано. С помощью системы EIB осуществляется управление энергопотреблением, освещением, микроклиматом, жалюзи, производится контроль охраны и сигнализации.

3. **LanDrive** - универсальная централизованная система для управления всеми устройствами здания. Благодаря системе автоматизации управлять всеми системами можно с помощью клавиш на пульте или панели управления. Центральный контроллер осуществляет все функции в системе: управляющие, коммуникационные, координационные. Общий блок питания необходим для питания по шине всех универсальных модулей сети LanDrive. Монтаж системы ведётся классической экранированной витой парой. Кабель укладывается по периметру помещения с привязкой к каждому устройству системы.

4. **AMX 11** – программно-аппаратные средства удаленного управления, системой видеонаблюдения, медиа системой, а также широким спектром датчиков.

5. **Z-wave** - технология беспроводной передачи данных. Основная особенность системы заключается в том, что каждый узел ячеистой топологии является приёмником и передатчиком. Поэтому при возникновении препятствий для сигнала, он перейдёт через соседние узлы сети. Система имеет малое энергопотребление. Благодаря небольшим размерам есть возможность встраивать Z-wave практически в любые бытовые приборы.

6. **NetPing** - семейство устройств, разработанные отечественной компанией «Alentis Electronics» для мониторинга окружающей среды. Применяется для удаленного контроля и мониторинга устройств в доме и офисе.

7. **Fibaro** - беспроводная система автоматизации зданий, основанная на технологии передачи данных Z-wave. Так как система беспроводная, она не требует использование кабеля и обладает простым способом монтажа. Модуль имеет маленький размер, поэтому может быть вмонтирован в любой выключатель или прибор. Система Fibaro постоянно сканирует систему, а при необходимости информирует вас о происшествии. Легко объединяется с другими системами.

Сравнение технических решений системы «умный дом» представлено в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение технических решений системы «умный дом»
Table 1. Comparison of technical solutions of the smart home system

Показатель	Crestron	EIB	LanDrive	AMX 11	Z-wave	NetPing	Fibaro
Простота установки и настройки	-	-	+	-	+	+	+
Открытость системы	-	-	-	-	+	-	-
Надежность	+	+	+	+	+	+	+
Доступность	+	-	+	-	+	+	-
Стоимость за минимальный набор необходимых контроллеров, датчиков, с учётом установки, руб.	194000	148000	187000	152000	246000	176000	235000

С помощью таблицы 1 и описанных выше технических решений можно подобрать систему, которая наилучшим образом подойдёт для конкретно конкретного дома. В общем случае (на основе табл. 1) оптимальным вариантом является система LanDrive, так как обладает большим набором функций и имеет относительно невысокую цену.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ LANDRIVE

С учетом вышесказанного, определим экономическую эффективность системы LanDrive [7-10].

Для примера рассмотрим двухкомнатную квартиру общей площадью 82,6 м² на двух человек в Санкт-Петербурге с системой LanDrive. Стоимость такой системы с необходимыми датчиками, контроллерами и установкой составит около 187 тыс. руб.

Средняя стоимость коммунальных услуг для двух человек составляет около 3,8 тыс. рублей в месяц, что соответствует 45600 рублям в год.

Ежегодное обслуживание системы приблизительно обходится в 14700 рублей в год.

Расчет годовой экономической эффективности произведён по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta C_{\text{экс}} - E_n \Delta KB_i \quad (1)$$

где $\Delta C_{\text{экс}}$ – снижение эксплуатационных затрат, руб.; E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15 в год; ΔKB_i – разница капитальных вложений по вариантам системы, руб. [11].

Таким образом, экономическая эффективность системы LanDrive для двухкомнатной квартиры на двух человек составит:

$$\mathcal{E} = (45600 - 14700) - 0,15 \cdot 187000 = 2850 \text{ руб./год}$$

Срок окупаемости системы можно рассчитать с помощью уравнения:

$$14,7n + 187 < 45,6n \quad (2)$$

где n - срок окупаемости,

Решив уравнение, получим: $n=6$. С помощью результатов расчёта можно сделать вывод, что система умного дома окупиться раньше окончания нормативного срока службы оборудования (10-15 лет). После срока окупаемости система переходит на экономию денежных средств в период пользования зданием.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что «умный дом», в частности на примере системы LanDrive является экономически эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конечно, основная задачи системы «умный дом» - обеспечить комфортное проживание человека. Однако благодаря всё более широкому внедрению подобных систем есть перспектива того, что в будущем из-за большого количества «интеллектуальных» зданий значительно снизится уровень грабежей и разбоев, пожаров и технических аварий, так как автоматизированная система будет реагировать на чрезвычайные ситуации намного быстрее, чем человек.

Многообразие существующих технических решений системы «умный дом» позволяет каждому выбрать именно тот, вариант системы, который максимально подходит под конкретные цели и задачи конкретного человека.

Энергоэкономичность зданий, использующих систему «умный дом», может привести их к полному интегрированию с энергоэффективными зданиями, что сделает огромный шаг к устойчивому развитию городов в целом и поможет сохранить природные ресурсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gaevskaya, Z. Smart city of the 22 century: a closing circle / Z Gaevskaya., S. Mityagin // Project Baikal. - 2021. - Т. 18. - № 65. - С. 12-16.
2. Вавилова, А.М. Эффективность внедрения технологии «умный дом» при проектировании объекта / А.М. Вавилова // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. материалы научной конференции с международным участием, Инженерно-строительный институт. В 3 ч.. отв. ред. Н. Д. Беляев, В. В. Елистратов. - 2019. - С. 23-26.
3. Гаевская, З. Умный город XXII века: замыкающийся круг / Гаевская З., Митягин С. // Проект Байкал. - 2020. - Т. 17. - № 65. - С. 12-16.
4. Данилова, М.А. Интеллектуальное управление домом. Умный дом / М.А Данилова., Е.О. Долгачева // Фотинские чтения. - 2018. - №1(9). - С. 209-212.
5. Вавилова, А.М. Повышение безопасности жилищного фонда на основе технологии «умный дом» / А.М. Вавилова, Т.Л. Симанкина // В сборнике: Дальневосточная весна - 2019. материалы 17-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности. - 2019. - С. 165-166.

6. Матрохин, А.Е. Беспроводные датчики в системе управления умным домом / А.Е. Матрохин, А.А. Силаев // Инженерный вестник Дона. - 2018. - № 4 (51). - С. 32.

7. Морозова, Д.Г. Экономическая эффективность системы «умный дом» / Д.Г. Морозова, О.С. Гамаюнова // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. материалы научной конференции с международным участием, Инженерно-строительный институт. В 3 ч.. отв. ред. Н. Д. Беляев, В. В. Елистратов. - 2019. - С. 15-18.

8. Salosin, A. The effectiveness of the smart office system / A. Salosin, O. Gamayunova, A. Mottaeva // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. «International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies». - 2020. - С. 012028.

9. Цыпленков, Д.Е. Экономическая эффективность применения автоматизированной системы управления офисным зданием / Д.Е. Цыпленков, О.С. Гамаюнова // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург. - 2021. - С. 209-212.

10. Gamayunova, O. Cost effectiveness of the smart home system in Civil Engineering / O. Gamayunova, D. Morozova, A. Sprince // Lecture Notes in Civil Engineering. - 2020. - Т.70. - С. 221-230.

11. Яценко, Ю.С. Оценка экономической эффективности внедрения системы «умный дом» / Ю.С. Яценко // В книге: Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее. Сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума - 2018. Под общей редакцией Н.В. Цопы. 2018. С. 215-218.

ОБ АВТОРАХ

Мария Алексеевна Гущина – студентка. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: masha.g.2002@inbox.ru

ABOUT THE AUTHORS

Maria A. Gushchina – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: masha.g.2002@inbox.ru

УДК 699.814

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Е.М. Перминов

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. Высотное строительство в современном мире набирает свою популярность, что, в свою очередь, ставит вопрос о пожарной безопасности на первое место. Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и авариями в высотных зданиях, могут приводить к большим человеческим жертвам, что, в свою очередь, вызовет сильный общественный резонанс. Все это определяет особое внимание к проблеме обеспечения безопасности людей и самих высотных зданий в случае возникновения пожара. Из-за особенностей конструкции, эксплуатации и возведения высотных зданий и сооружений пожары представляют для них собой особую опасность, следовательно, при проектировании и строительстве таких зданий необходимо с вниманием отнестись к обеспечению пожарной безопасности. В статье рассмотрены конструктивные и объемно-планировочные решения, особенности систем оповещения, защиты и предотвращения пожара, инженерные системы и меры, направленные на снижение пожароопасности. Возведение высотных зданий требует повышенных мер по пожарной безопасности. Поэтому, чтобы решить вопросы пожарной безопасности на протяжении всего строительства нужно привлекать еще на этапе проектирования специалистов по вопросам пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, противопожарная защита, пожарная безопасность, высотные здания, пожарные отсеки, конструктивные решения.

Ссылка для цитирования: Перминов, Е.М. Обеспечение пожарной безопасности высотных зданий / Е.М. Перминов // Инженерные исследования. - 2021. - № 3(3). - С. 15-21. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/15-21.pdf>

ENSURING FIRE SAFETY OF HIGH-RISE BUILDINGS

E.M. Perminov

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. High-rise construction is gaining popularity in the modern world, which, in turn, puts the issue of fire safety in the first place. Emergencies associated with fires and accidents in high-rise buildings can lead to large human casualties, which, in turn, will cause a strong public outcry. All this determines special attention to the problem of ensuring the safety of people and the high-rise buildings themselves in the event of a fire. Due to the peculiarities of the design, operation and construction of high-rise buildings and structures, fires pose a special danger to them, therefore, when designing and constructing such buildings, it is necessary to pay attention to ensuring fire safety. The article discusses constructive and space-planning solutions, features of warning systems, protection and fire prevention, engineering systems and measures, direction to reduce fire hazard. The construction of high-rise buildings requires increased fire safety measures. Therefore, in order to solve fire safety issues throughout the entire construction, it is necessary to involve specialists in fire safety at the design stage.

Keywords: fire, fire safety, fire protection, fire safety, high-rise buildings, fire compartments, design solutions.

For citation: Perminov, E.M. Ensuring fire safety of high-rise buildings / E.M. Perminov // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. - 2021. - No. 3(3). - Pp. 15-21. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/15-21.pdf>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время высотные здания имеют большую распространенность, формируя облик современных мегаполисов. Это обуславливается максимально эффективным использованием площади что играет важную роль в условиях плотной городской застройки [1, 2]. Однако нахождение в здании большого количества людей, значительная высота, затрудняющая тушение пожаров с использованием обычной пожарной техники, а также трудности, связанные с эвакуацией людей с верхних этажей, обуславливают высокую вероятность пожаров и делают любое чрезвычайное происшествие очень опасным [3-6]. В табл. 1 приведены некоторые крупные пожары в высотных зданиях и их последствия.

Таблица 1. Пожары в высотных зданиях
Table 1. Fires in high-rise buildings

Дата и место	Последствия
Сеул, Южная Корея, 25.12.1971	Пожар в 22-этажной гостинице «Дай-Юн-Как», 164 человека погибло, более 50 получили травмы
Лас-Вегас, США, 21.11.1980	Пожар в отеле-казино MGM Grand Hotel, 87 человек погибли, более 600 пострадали
Гонконг, Китай, 20.11.1996	Пожар в 16-этажном торгово-офисном комплексе Garley Building, погиб 41 человек, еще 81 получили травмы
Шанхай, Китай, 15.11.2010	Пожар в 28-этажном жилом здании, 58 человек погибли, более 100 пострадали
Лондон, Великобритания, 14.07.2017	Пожар в 24-этажном жилом здании Grenfell Tower, погиб 71 человек, 74 человека получили травмы, более 400 человек были эвакуированы (рис.1)

Эти примеры служат свидетельством высокой опасности, которую пожары предоставляют для высотных зданий и людей, в этих зданиях находящихся.



Рис. 1. Пожар в Grenfell Tower¹
Fig. 1. Fire in Grenfell Tower

¹ Пожар в Лондоне: жертв может быть больше 100, а масштабы катастрофы останутся неизвестными [Электронный ресурс]. - URL: <https://inforesist.org/pozhar-v-londone-zhertv-mozhet-byit-bolshe-100-a-masshtabyi-katastrofyi-ostanutsya-neizvestnyimi/> (дата обращения: 12.05.2021)

Анализ происшествий и литературы показал, что основной причиной большого количества жертв пожаров в высотных зданиях является трудность эвакуации людей с верхних этажей. Это происходит из-за отказа лифтов и блокирования эвакуационных путей огнем и продуктами горения [7-9]. Кроме этого, пожарная охрана не может эффективно противодействовать пожарам на большой высоте в связи с ограниченной высотой лестниц.

Следовательно, противопожарные меры должны быть превентивными и направлены на усовершенствование систем оповещения и пожаротушения, сокращение времени эвакуации, увеличение огнестойкости конструктивных элементов здания для нераспространения пожара внутри объекта [10]. Для этого должны приниматься соответствующие конструктивные и объемно-планировочные решения. Эти же требования отражены в СП 112.13330.2011 «Строительные нормы и правила Российской Федерации. Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Кроме того, в настоящее время существуют СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности», который устанавливает требования пожарной безопасности при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации высотных зданий и комплексов.

РЕШЕНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Объемно-планировочные решения

Объемно-планировочные решения позволяют минимизировать возможность распространения пожара, а также обеспечить в случае возгорания быстрое спасение людей.

Части высотных зданий, имеющие различные классы функциональной пожарной опасности, разделяются противопожарными стенами и перекрытиями с повышенными пределами огнестойкости в самостоятельные пожарные отсеки (рис.2) с максимальной площадью не более 2500 м² (зависит от класса функциональной пожарной опасности, исключение – подземные автостоянки и стилобаты). Технические этажи также входят в состав отсеков или выделяются в отдельный отсек. Если на техническом этаже размещены жилые помещения их также следует отделять противопожарными стенами от остального пространства этажа.

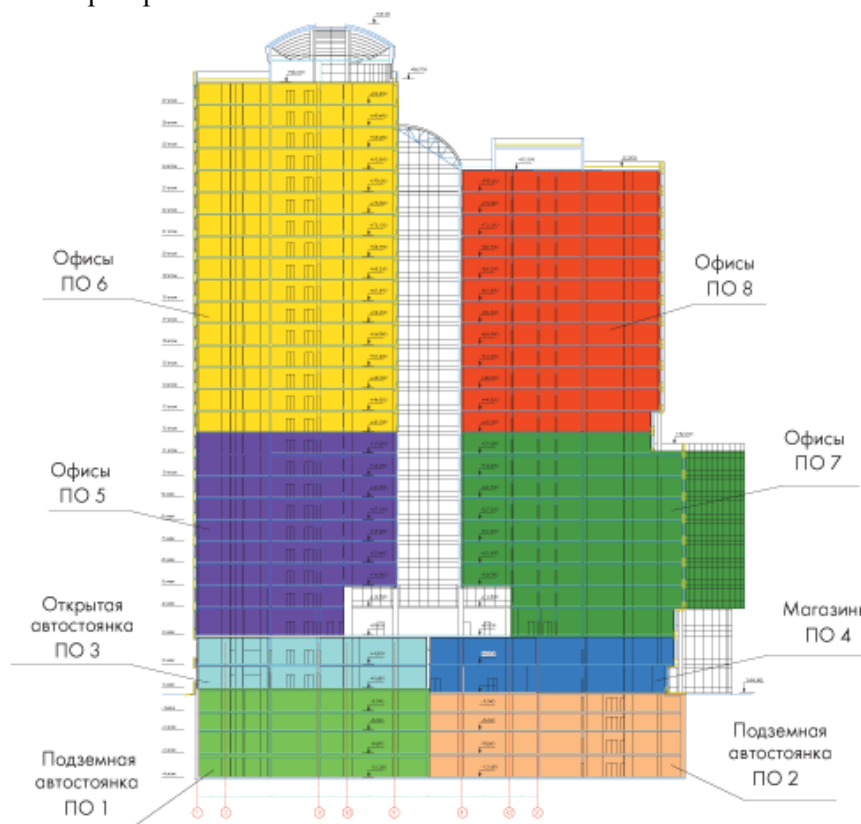


Рис. 2. Пример разделения здания на пожарные отсеки по высоте²
Fig. 2. An example of dividing a building into fire compartments by height

² Требования пожарной безопасности многофункциональных зданий [Электронный ресурс]. - URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3997 (дата обращения: 12.05.2021)

По высоте пожарные отсеки, за исключением нижнего, не должны превышать 50 м. Нижний отсек может быть 50-75 м в зависимости от класса функциональной безопасности помещений в нем расположенных.

Стилобаты (нижние общие этажи высотных комплексов) могут иметь отличные от остальной части высотного здания или комплекса назначение и класс функциональной безопасности. В связи с этим их выделяют в отдельный пожарный отсек площадью до 3000 м². Кровля стилобатов зачастую делается эксплуатируемой и имеет выходы для обеспечения возможности эвакуации через наружные лестницы.

Также существующими СП ограничивается вместимость зальных помещений на различных уровнях. Например, залы с вместимостью 300–600 человек должны располагаться не выше 10 м. Кроме того, такие залы отделяются противопожарными стенами и перекрытиями.

Для эвакуации в зданиях предусмотрены лестницы с незадымляемыми лестничными площадками, имеющие аварийное освещение и указатели. Создаются незадымляемые пожаробезопасные зоны, в которых люди могут продержаться до прибытия спасателей.

Атриумы в высотных зданиях располагаются в пределах нижнего пожарного отсека или стилобата.

Конструктивные решения

Для обеспечения пожарной безопасности конструкции здания должны иметь пределы огнестойкости, указанные в табл. 6.1 СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности». Согласно ей, несущие элементы должны иметь пределы огнестойкости 150-240 минут и зависят от общей высоты здания. Также особую сопротивляемость огню должны иметь стены лестничных маршей и площадок, стены лифтовых холлов и шахт, противопожарные стены и перекрытия, разделяющие пожарные отсеки, и стены залов и помещений с высокой вместимостью людей.

Помимо конструкций, двери, люки и другие заполнения проемов в конструкциях с обозначенными в табл. 2 СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности» пределами огнестойкости тоже делают противопожарными. Двери лифтовых холлов и лифтов устанавливают дымо непроницаемыми. В коммуникационных шахтах применяют противопожарные двери, а стены самих шахт имеют пределы огнестойкости как у пересекаемых ими перекрытий.

Противопожарные перекрытия разделяют наружные стены и выступают за плоскость стены не менее чем на 30 см.

Наружная отделка выполняется также из негорючих, ветрозащитных и влагозащитных материалов [11]. Внутренняя отделка и мебель также выполняются из материалов с определенным классом пожарной опасности (рис.3).

Кровля должна состоять из негорючих материалов и, как уже говорилось выше, иметь возможность быть площадкой для эвакуации.



Рис. 3. Противопожарная перегородка 1-го типа, выполненная из металлических конструкций с остеклением³
Fig. 3. Firewall of the 1st type, made of metal structures with glazing

³ Противопожарные алюминиевые перегородки [Электронный ресурс]. - URL: <https://vip-komplekt.ru/protivopozharnye-peregorodki/> (дата обращения: 12.05.2021)

Важным пунктом пожаробезопасности является подтверждение огнестойкости и сертификация всех строительных материалов. Применение несертифицированных материалов опасно, так как не может гарантироваться заявленная огнестойкость.

Системы оповещения, защиты и предотвращения пожара, инженерные системы

Для исключения задымления через воздуховоды вентиляционные системы разделяют по отсекам, а сами воздуховоды и коллекторы выполняют из негорючих материалов. Таким же образом устанавливается противодымная вентиляция – отдельно для коридоров, холлов и галерей и отдельно для помещений (рис.4).

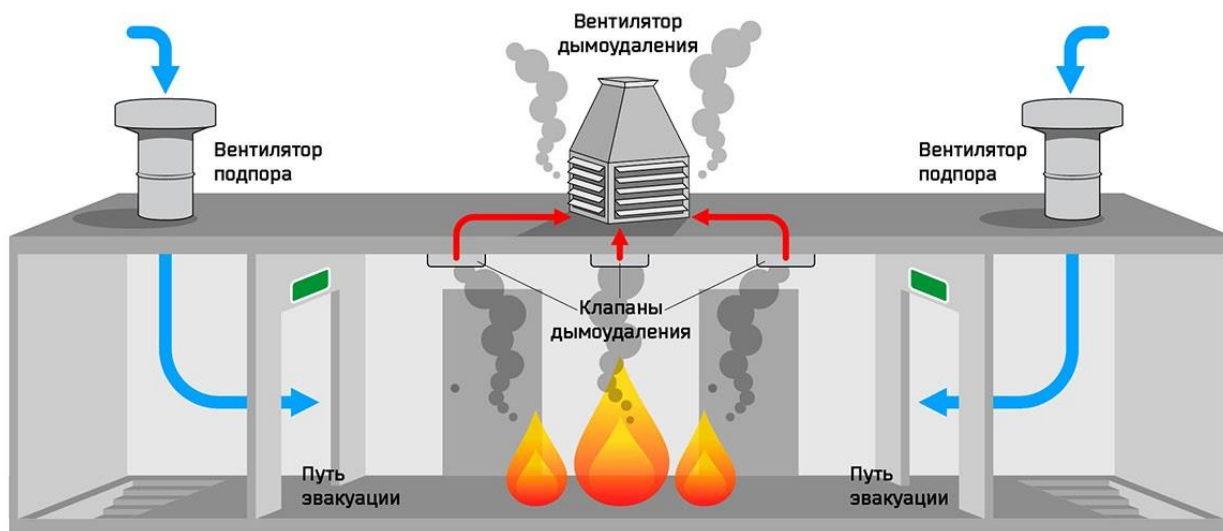


Рис. 4. Схема устройства противодымной вентиляции⁴

Fig. 4. Smoke ventilation device diagram

Электроснабжение высотных зданий проводится по первой категории надежности, особое внимание уделяется электроснабжению лифтов, так как лестницы из-за высоты здания имеют большую протяженность и не все категории граждан могут ими воспользоваться. Работа систем пожарной сигнализации и пожаротушения обеспечивается ИБП (источниками бесперебойного питания), что делает их неуязвимыми для повреждений в электросети здания. Аварийное освещение имеет параллельное подключение и продолжает работать при выходе из строя одной или нескольких ламп.

Особую роль в обеспечении безопасности играют системы пожарной сигнализации, так как своевременное обнаружение возгорания существенно облегчает эвакуацию. В высотных зданиях устанавливаются адресные системы пожарной сигнализации, позволяющие определить помещение, в котором произошло возгорания. Также особое внимание уделяется поддержанию ее работоспособности, любые неисправности устраняются в срок до двух часов. Для оповещения людей в каждом помещении устанавливают автоматические пожарные извещатели, подключенные к системе оповещения и управления эвакуацией.

Для эффективного тушения пожаров внутри здания предусмотрен независимый от остального водоснабжения (за исключением систем автоматического пожаротушения) трубопровод, имеющий пожарные краны, находящиеся в многофункциональных шкафах на каждом этаже и кровле у незадымляемых лестничных площадок.

Отряды пожарной охраны, работающие в районах высотной застройки, имеют на вооружении особое оборудование, например, лестницы с максимальной высотой до 100 м, мобильные мотопомпы, позволяющие прокладывать длинные магистрали для доставки воды на большую высоту без потери напора воды, которые использует 207-й ПСО, дежурящий в Москва-Сити, и вертолеты. Также для персонала и жителей высотных зданий регулярно проводятся учения (рис.5).

⁴ Требования к системам дымоудаления в лифтовых шахтах [Электронный ресурс]. - URL: <https://smtrading.ru/text/sistemy-dymoudaleniya-v-liftovyh-shahtah> (дата обращения: 12.05.2021)

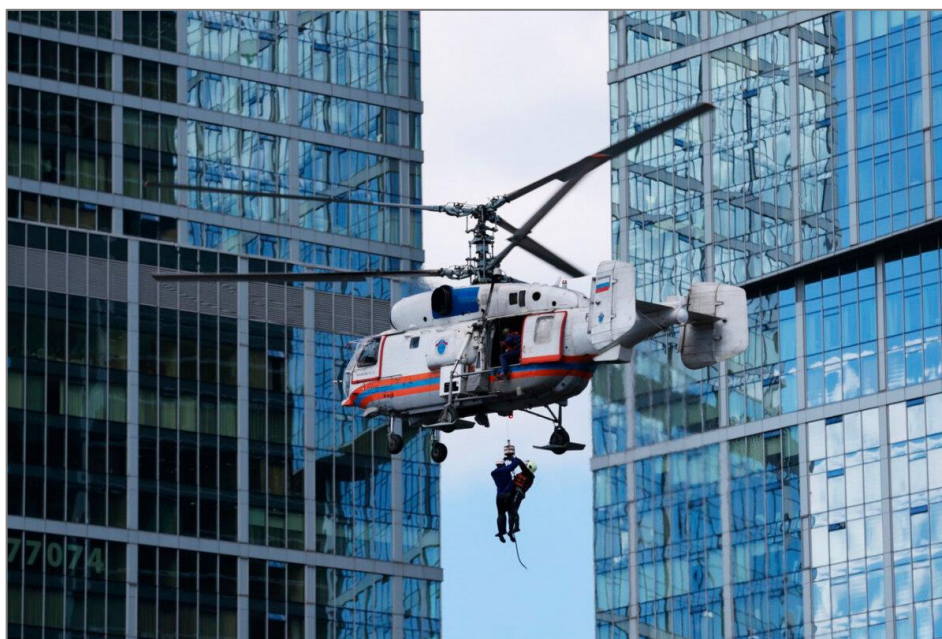


Рис. 5. Учения с использованием вертолета⁵

Fig. 5. Helicopter drills

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы выделены основные решения и меры, обеспечивающие пожарную безопасность в высотных зданиях:

- Высотные здания являются объектами повышенной пожарной опасности, ЧС, происходящие в них, приводят к большому количеству жертв.

- В настоящее время эта данная проблема не осталась без внимания государства: разработаны и приняты соответствующие СП. Меры по обеспечению пожарной безопасности направлены, преимущественно, на обеспечение эвакуации и профилактики.

- Объемно-планировочные решения подразумевают разделение здания на пожарные отсеки стенами и перекрытиями с высоким пределом огнестойкости.

- Конструктивные решения направлены на выполнение элементов здания из негорючих материалов.

- Инженерные системы выполняются максимально надежными, все системы пожарной безопасности выполняются независимыми от основных коммуникаций для максимально возможного сохранения работоспособности. Также должны проводиться профилактические и просветительные мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бологов, И.С. Проблемы уплотнительной застройки в Санкт-Петербурге / И.С. Бологов, О.С. Гамаюнова // Строительство и техногенная безопасность. - 2021. - № 22(74). - С.15-28.

2. Gamayunova, O. Technical features of the construction of highrise buildings / O. Gamayunova, D. Spitsov // В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TRASEE 2019. 2020. С. 08008.

3. Казакова, В.А. Пожарная безопасность высотных многофункциональных зданий / В.А.Казакова, А.Г. Терещенко, Е.С. Недвига // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2014. - №3. - С. 38–56.

4. Кожушко, Т.Г. Пожарная безопасность высотных зданий / Т.Г. Кожушко // Жилищное строительство. - 2008. - №8. - С.10-14.

5. Дмитриев, И.И. Анализ пожароопасных факторов многоэтажного здания / И.И. Дмитриев, В.А. Черненко // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. Инженерно-строительный институт. - 2018. - С. 353-356.

6. Ройтман, В. Обеспечение безопасности людей при пожаре в высотных зданиях / В. Ройтман // Алгоритм безопасности. – 2006. – № 4. – С. 46-51.

7. Гравит, М.В. Моделирование процесса эвакуации из высотных зданий и сооружений с использованием пассажирских лифтов / М.В. Гравит, И.Н. Карькин, И.И Дмитриев., К.А. Кузенков // Пожаровзрывобезопасность. - 2019. - Т. 28. - № 2. - С. 66-80.

⁵ На страже Сити [Электронный ресурс]. URL: <https://moslenta.ru/city/pozharniecitiy.htm> (дата обращения 04.05.2021)

8. Gravit, M.V. Vertical transport systems for high-rise buildings / M.V. Gravit, K.A. Kuzenkov, I.I. Dmitriev, M.V. Nafikova // Construction of Unique Buildings and Structures. - 2021. - № 2 (95). - С. 9505.

9. Gravit, M. Fire resistance evaluation of tempered glass in software ELCUT / M. Gravit, A. Karimova, E. Fedotova, I. Dmitriev, N. Klimin // Smart Innovation, Systems and Technologies. - 2021. - Т. 220. - С. 523-537.

10. Егорова, Н. В. Современная противопожарная защита высотных зданий / Н. В. Егорова, М. О. Носенко // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2019. – Т. 1. – № 3. – С. 304-307.

11. Гравит, М.В. Защита конструкций высотных зданий от пожара и взрыва штукатурными составами / М. В. Гравит, С. А. Свинцов, А. А. Ардеева, А. Е. Колобзаров // Ростовский научный журнал. – 2017. – № 5. – С. 613-628.

ОБ АВТОРАХ

Егор Максимович Перминов – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: perminiv.em@ya.ru

ABOUT THE AUTHORS

Egor M. Perminov – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: perminiv.em@ya.ru

УДК 698.1

СОВРЕМЕННЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА

О.В. Петров

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. Актуальность темы данной статьи обусловлена постоянными изменениями и ростом технологий в строительстве и архитектуре, сменой взглядов на современную отделку интерьера, сменой приоритетов в выборе отделочных материалов. На смену устаревшим строительным материалам в интерьере приходят новые, необычные по структуре, а иногда и вовсе предназначенные для других целей. Как правило, такие отделочные материалы неприхотливы в эксплуатации и имеют более эстетичный дизайн. В статье представлен обзор наиболее ярких примеров современных материалов, используемых в дизайне интерьера различных пространств и помещений. Исследуются такие современные отделочные материалы как: гибкий камень, ткань, жидкая плитка, 3D-обои, бетонные панели, текстурная штукатурка, натуральный камень и др. Один из самых важных компонентов в формировании взглядов на дизайн интерьера - это работы известных дизайнеров. В статье приведены примеры работ всемирно известных дизайнеров интерьера, описаны основные особенности предлагаемых ими направлений. По итогам работы можно сделать вывод, что в ближайшее время отделочные материалы в дизайне интерьера будут становиться все более необычными и функциональными.

Ключевые слова: дизайн, интерьер, отделочные материалы, гибкий камень, жидкая плитка, 3D-обои, бетонные панели, текстурная штукатурка, дизайнеры интерьеров.

Ссылка для цитирования: Петров, О.В. Современные отделочные материалы в дизайне интерьера / О.В. Петров // Инженерные исследования. - 2021. - № 3(3). - С. 22-27. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/22-27.pdf>

MODERN DECORATION MATERIALS IN INTERIOR DESIGN

O.V. Petrov

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. The relevance of the topic of this article is due to the constant changes and growth of technologies in construction and architecture, a change in views on modern interior decoration, a change in priorities in the choice of finishing materials. Outdated building materials in the interior are replaced by new ones, unusual in structure, and sometimes completely intended for other purposes. As a rule, such finishing materials are unpretentious in operation and have a more aesthetic design. The article provides an overview of the most striking examples of modern materials used in the interior design of various spaces and premises. Such modern finishing materials as flexible stone, fabric, liquid tiles, 3D-wallpaper, concrete panels, textured plaster, natural stone, etc. are being investigated. One of the most important components in the formation of views on interior design is the work of renowned designers. The article contains examples of works by world famous interior designers, describes the main features of the directions they offer. Based on the results of the work, we can conclude that in the near future, finishing materials in interior design will become more and more unusual and functional.

Keywords: design, interior, finishing materials, flexible stone, liquid tiles, 3D wallpaper, concrete panels, textured plaster, interior designers.

For citation: Petrov, O.V. Modern decoration materials in interior design / O.V. Petrov // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. - 2021. - No. 3(3). - Pp. 22-27. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/22-27.pdf>

ВВЕДЕНИЕ

Мы живём в век новых технологий и с каждым годом всё стремительно меняется. Отделочные материалы в интерьере дизайна каждый человек видит по-своему, что объясняется разными взглядами на архитектуру и строительство. Всё большее количество людей старается сделать свой дом более теплым и уютным, ведь в период коронавирусной инфекции большую часть своего времени все проводили дома, работая и учась, и многие поняли, что их дом должен выглядеть презентабельно, в идеале – с хорошим современным дизайном.

Особенностью современного дизайна интерьера является использование разных видов отделки стен в одном помещении. Если раньше чаще всего использовались либо обои, либо покраска, то сегодня эти виды отделки в большинстве случаев используются совместно. Чем больше видов отделки стен используется, тем интереснее и актуальнее получается интерьер.

Современные дизайнеры советуют придерживаться минимализма, а также стиля модерн, ар-деко и др. [1-3]. Самые популярные варианты отделки интерьера сейчас - это гибкий камень, отделка стен тканью, кожей, жидкая плитка, 3D-обои, бетонная отделка, виниловые и тканевые полотна для потолка, натуральный камень, текстурная штукатурка, керамогранит и др. [4, 5].

СОВРЕМЕННЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Гибкий камень (рис.1) очень легко сочетается со светлыми тонами стен и мебели. Данная комбинация наполняет дом легкостью и свежестью, создает видимость большего пространства, чем есть на самом деле. С помощью гибкого камня можно перенести природные текстуры на любые поверхности домашнего пространства.

Отделка стен **тканью** (рис.2) стала популярна из-за особенной необычности, яркости и броскости стен. Тканевая отделка, замысловатые узоры, интересные рисунки так и притягивают восхищенные взгляды окружающих.



Рис. 1. Гибкий камень¹
Fig. 1. Flexible stone



Рис. 2. Отделка стен тканью, кожей²
Fig. 2. Wall decoration with fabric, leather

Жидкая плитка (рис.3) очень эксклюзивный вариант, но он будет смотреться действительно захватывающе. Ведь при каждом прикосновении плитка будет менять свой узор и будет каждый раз превращаться во что-то новое.

3D-обои (рис.4) позволяют видеть объёмное изображение, которое будет переходить со стены в помещение. Экологичность и доступность в последние годы все больше влияют на выбор потребителей в сторону 3D-обоев.

¹ Гибкий камень в дизайне интерьера [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.dizainfoto.ru/dekor/gibkij-kamen-v-dizajne-interera.html> (дата обращения: 11.05.2021)

² Отделка стен тканью — фото уютная драпировка для интерьера [Электронный ресурс]. - URL: <https://cornas.ru/otdelka-sten-tkanyu/> (дата обращения: 11.05.2021)



Рис. 3. Жидкая плитка³
Fig. 3. Liquid tile



Рис. 4. 3D-обои⁴
Fig. 4. 3D Wallpaper

Многие используют **бетон** лишь в строительстве, но в последние года бетонные панели все чаще стали появляться в интерьере людей (рис.5). Ведь подобный дизайн добавляет солидности и брутальности любому интерьеру.

Натяжные потолки (рис.6) плавно заменили гипсокартон, и теперь современные дизайнеры активно экспериментируют со светодиодным освещением, виниловыми и тканевыми покрытиями потолка, которым не страшны механические повреждения.



Рис. 5. Бетонная отделка⁵
Fig. 5. Concrete finish



Рис. 6. Натяжные потолки⁶
Fig. 6. Stretch ceiling

Большая роскошь - это отделка **натуральным камнем**, ведь мрамор стоит дорого, но зато выглядит он стильно и эстетично (рис.7). Для натурального камня подойдут большие пространства и помещения, так как в случае маленькой квадратной площади пространство будет сужаться и становиться меньше.

Текстурная штукатурка (рис.8) очень хороший вариант отделки интерьера для настоящих экспериментаторов. При правильном сочетании тонов мебели и декора, данный вид отделки будет весьма и весьма интересным в дизайне помещения.

³ Зеленая напольная плитка: красивые идеи для стильного интерьера [Электронный ресурс]. - URL: <https://stroy-podskazka.ru/napolnye-pokrytiya/plitka/zelenaya/> (дата обращения: 15.05.2021)

⁴ 3D Обои - эффект, от которого каждый будет в восторге [Электронный ресурс]. - URL: <https://stroy-podskazka.ru/napolnye-pokrytiya/plitka/zelenaya/> (дата обращения: 16.05.2021)

⁵ Топ-8 отделочных материалов для интерьера в 2019 году [Электронный ресурс]. - URL: <https://reeroms.ru/blog/posts/top-8-otdelochnyh-materialov-dlya-interiera-v-2019-godu> (дата обращения: 11.05.2021)

⁶ Потолки с подсветкой [Электронный ресурс]. - URL: <https://potolkiprofit.ru/potolki/po-vidam/potolki-s-podsvetkoj/> (дата обращения: 21.05.2021)



Рис. 7. Натуральный камень⁷
 Fig. 7. A natural stone



Рис. 8. Текстурированная штукатурка⁷
 Fig. 8. Textured plaster

Керамогранит - это износостойкий, надежный, прочный и долговечный отделочный материал. Самым главным плюсом в выборе данного материала является легкая сочетаемость с общим фоном помещений и большой палитрой цветов.

ЗНАМЕНИТЫЕ ДИЗАЙНЕРЫ МИРА

Без сомнения, один из самых важных компонентов в формировании взглядов на дизайн интерьера это выступления известных дизайнеров. На сегодняшний день в мире есть несколько людей, чьи взгляды на облик интерьера, действительно, восхищают (табл. 1).

Таблица 1. Знаменитые дизайнеры мира
 Table 1. Famous designers of the world

Дизайнеры	Особенности дизайна	Примеры работ
Келли Хоппен ⁸	Нейтральные тона, слияние Востока и Запада, уютная и теплая палитра цветов в выборе общего вида пространств	
Алессандро Мендини ⁹	Личный стиль: «китч». Большое разнообразие мажорных оттенков в бытовых предметах, мебели. В дизайне использовал стиль постмодернизма и итальянского радикализма.	

⁷ Топ-8 отделочных материалов для интерьера в 2019 году [Электронный ресурс]. - URL:

<https://rerooms.ru/blog/posts/top-8-otdelochnyh-materialov-dlya-interiera-v-2019-godu> (дата обращения: 23.05.2021)

⁸ Королева серого цвета и нейтральной роскоши: Келли Хоппен [Электронный ресурс]. - URL: <https://blog.postel-deluxe.ru/novosti/koroleva-serogo-tsveta-nejtralnoj-roskoshi-kelli-hoppen/> (дата обращения: 23.05.2021)

⁹ Алессандро Мендини: мысли о детстве, работе и счастье [Электронный ресурс]. - URL:

<https://www.interior.ru/design/5683-alessandro-mendini-mysli-o-detstve-rabote-i-schaste.html> (дата обращения: 23.05.2021)

Дизайнеры	Особенности дизайна	Примеры работ
Наото Фукасава ¹⁰	Нестандартный взгляд на все компоненты, находящиеся в помещениях. Особенности является максимальная простота и удобство всех предметов и интерьера для человека.	
Ронан и Эрван Буруллеки ¹¹	Самобытный стиль, романтизм и функционализм. Сочетание органических форм и инноваций.	
Сибилла де Маджери ¹²	Креативный взгляд на тона, сочетающийся с традициями и простотой.	
Марсель Вандерс ¹³	Большое количество экспериментов, каждая его идея отличается артистизмом, эксцентрикой и гармоничным сочетанием инновационных технологий с традициями.	
Карен Хаус ¹⁴	Во всех предметах интерьера ощущается особая энергетика. Основными чертами являются сдержанный гламур и утонченность дизайна.	

¹⁰ Японский промышленный дизайн: Наото Фукасава [Электронный ресурс]. - URL: <https://losko.ru/naoto-fukasawa/> (дата обращения: 23.05.2021)

¹¹ Братья Буруллеки: «Дизайнерам нужно постоянно развиваться!» [Электронный ресурс]. - URL: <https://mebelsib.biz/archive-of-the-issues/2018/10/brothers-bouroullec-designers-need-to-constantly-evolve/> (дата обращения: 23.05.2021)

¹² Самые крутые зарубежные дизайнеры [Электронный ресурс]. - URL: <https://prorusdesign.ru/samye-krutye-zarubezhnye-dizajneri/> (дата обращения: 23.05.2021)

¹³ Марсель Вандерс — дизайнер нашего времени [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.interior.ru/design/96-marsel-vanders-dizajner-nashego-vremeni.html> (дата обращения: 23.05.2021)

¹⁴ топ-10 дизайнеров интерьера и их работы [Электронный ресурс]. - URL: <https://fishki.net/3368037-top-10-dizajnerov-interjyera-i-ih-raboty.html> (дата обращения: 23.05.2021)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог всему вышесказанному, хочется отметить, что с ростом технологий дизайн интерьера и отделочные материалы становятся все более практичными и удобными [7-8]. Огромное влияние оказывает человеческий фактор, ведь с каждым годом появляются новые дизайнеры со свежим взглядом на общий вид пространств, за счёт этого видоизменяются и требования потребителей к своим жилым помещениям и недвижимости. С каждым годом появляются как новые оформления интерьера с помощью технологически удобных материалов, так и открываются новые стороны материалов, появившихся в далеком прошлом. Был проведен анализ используемых материалов в пространствах и помещениях иностранных и отечественных потребителей. Благодаря большому количеству проводимых исследований и экспериментов в области науки и дизайна, жизнь потребителей становится все более комфортной и технологичной. Таким образом можно сделать вывод, что в скором времени отделочные материалы в дизайне интерьера будут становиться все более необычными и функциональными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курдюкова, О.С. Современные тенденции в дизайне интерьера / О.С. Курдюкова // В сборнике: Актуальные проблемы художественного образования в условиях реализации ФГОС. материалы международной научно-практической конференции. - 2019. - С. 138-143.
2. Букатова, В.В. Характерные особенности развития батика на современном этапе: его роль в оформлении интерьера / В.В. Букатова // International scientific review. - 2019. - №1. - С.48-50.
3. Венгерова, М.Э. Фирменный стиль в архитектуре: философия и материалы / М.Э. Венгерова // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. - 2019. - Т. 1. - С. 53-68.
4. Хайрутдинова, А.Н. Креативный дизайн интерьера предприятия розничной торговли в конкурентной стратегии бизнеса / А.Н. Хайрутдинова, М.Г. Захарчук // Молодежный вестник ИрГТУ. - 2020. - Т.10. - № 1. - С. 59-65.
5. Макарова, С.Н. Использование современных технологий в дизайне интерьера предприятий сферы гостеприимства / С.Н. Макарова // Наука и общество. - 2020. - № 2 (37). - С. 89-95.
6. Хмелевский, Ю.П. Методы художественного дизайн-проектирования с учетом изменения функционального назначения исторических зданий / Ю.П. Хмелевский, В.А. Серяков, Г.Я. Мамонтов / Труды Академии технической эстетики и дизайна. - 2016. - № 1. - С. 10-16.
7. Молькова, Е.Ю. Современные тенденции отделочных материалов в дизайне жилого интерьера / Е.Ю. Молькова, А.А. Кулагина // В сборнике: Инновационная деятельность в образовании. сборник статей по материалам V региональной научно-практической конференции. Мининский университет. - 2018. - С. 74-77.
8. Лазарева, Е.А. Виды декоративно-отделочных материалов для дизайна архитектурной среды и строительства / Е.А. Лазарева, И.Н. Садчикова, Ю.С. Тышлангян, Г.Ю. Лазарева / В сборнике: Научные технологии и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2019. - С. 95-103.

ОБ АВТОРАХ

Олег Владиславович Петров – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: petrovvvoleg@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS

Oleg V. Petrov – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: petrovvvoleg@gmail.com

УДК 624.05

3D-ПЕЧАТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н.И. Михайлов

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. Развитие современных технологий и 3D-принтеров привело к росту популярности 3D-печати и в строительной сфере. 3D-принтеринг в строительстве избавляет человечество от множества проблем, связанных с этой отраслью, таких как: потребность в большом количестве рабочей силы, денежных затратах на строительство зданий и сооружений, увеличении скорости строительства и многое другое. Данный метод возведения зданий и сооружений выведет строительную отрасль совершенно на новый уровень. За счет скорости развития современных технологий и спроса в данной отрасли 3D-принтеринг развивается непомерными шагами. Однако не стоит забывать, что это относительно новое направление в строительстве, которое требует дальнейших исследований, в частности, определения прочностных характеристик напечатанных на строительном принтере конструктивных элементов, изучения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций, оценки экономической эффективности и т.д. Статья посвящена перспективному направлению в области аддитивных технологий, а именно использованию в строительстве 3D-принтеров, которые сильно снижают затраты труда и увеличивают скорость строительства зданий и сооружений. В данной статье рассматриваются плюсы и минусы данной технологии, перспективы ее развития в сравнении с другими методами строительства, приводятся примеры успешного возведения зданий и сооружений с помощью 3D-печати.

Ключевые слова: 3D-принтер, 3D-печать, строительные смеси, строительство, аддитивные технологии, послойное экструдирование, метод спекания, лазерная стереолитография.

Ссылка для цитирования: Михайлов, Н.И. 3D-печать в строительстве / Н.И. Михайлов// Инженерные исследования. - 2021. - № 3(3). - С. 28-35. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/28-35.pdf>

3D-PRINTING IN CONSTRUCTION

N.I. Mikhailov

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. The development of modern technology and 3D printers has led to an increase in the popularity of 3D printing in the construction industry. 3D printing in construction saves humanity from many problems associated with this industry, such as: the need for a large number of labor, the cost of building buildings and structures, increasing the speed of construction, and much more. This method of erecting buildings and structures will take the construction industry to a whole new level. Due to the speed of development of modern technologies and the demand in this industry, 3D printing is developing at exorbitant steps. However, do not forget that this is a relatively new direction in construction, which requires further research, in particular, determining the strength characteristics of structural elements printed on a construction printer, studying the thermal characteristics of enclosing structures, assessing economic efficiency, etc. The article is devoted to a promising direction in the field of additive technologies, namely the use of 3D printers in construction, which greatly reduce labor costs and increase the speed of construction of buildings and structures. This article examines the pros and cons of this technology, the prospects for its development in comparison with other construction methods, provides examples of the successful construction of buildings and structures using 3D printing.

Keywords: 3D printer, 3D printing, building mixtures, construction, additive technologies, layer-by-layer extrusion, sintering method, laser stereolithography.

For citation: Mikhailov, N.I. 3D-printing in construction / N.I. Mikhailov // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. - 2021. - No. 3(3). - Pp. 28-35. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/28-35.pdf>

ВВЕДЕНИЕ

На фоне развития современных технологий и 3D-принтеров во многих отраслях промышленности и машиностроения их применение стало актуальным и в строительной сфере [1, 2].

3D-принтеры для строительства домов подразделяются на несколько типов и отличаются методами возведения стен и конструкцией самого 3D-принтера. В основном методы возведения зданий отличаются самим процессом постройки, одни виды принтеров создают архитектурные элементы здания и последующая их сборка на строительной площадке, другие позволяют сразу напечатать полноценное здание. Конструкция 3D-принтера основана на базе руки манипулятора и состоит, как правило, из четырех или двух опор. Габариты печатаемого сооружения напрямую зависят от габаритов самого 3D-принтера. Процесс печати зданий и сооружений не во многом отличается от печати других 3D-принтеров, только вместо пластика или другого более податливого материала 3D-принтер зданий и сооружений использует быстротвердеющую бетонную смесь с разными добавками. Чтобы сделать конструкцию более прочной производится ее армирование, горизонтальный армированный пояс укладывается между слоями, а вертикальную арматуру укладывают после затвердевания конструкции и затем заливают бетонной смесью.

Классификация 3D-принтеров по мобильности [3]:

- Стационарные - работают либо с небольшими фрагментами будущего здания, либо собираются сразу на всю площадь строительной площадки и полную высоту здания.
- Мобильные (портальные) - могут устанавливать несколько дней, чаще всего это порталные принтеры.
- Полностью мобильные - их можно доставить на объект и потратить минимальное количество времени на их установку и запуск системы.

ПРИМЕРЫ ЗДАНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ 3D-ПРИНТЕРОВ

В августе 2014 года в США компания Totalkustom напечатала замок. 3D-принтер печатал со скоростью полметра в восемь часов, а общее время, затраченное на строительство замка, составило два месяца. Основная часть замка была напечатана цельной единой частью, башни и другие элементы были напечатаны отдельно (рис. 1, рис.2)



Рис. 1. Процесс печати основной части замка¹
Fig. 1. The process of printing the main part of the castle



Рис. 2. Полностью напечатанный замок¹
Fig. 2. Fully printed castle

В России также индустрия 3D-печати зданий и сооружений не стоит на месте, и в октябре 2017 года в Ярославле компания Спецавиа построила первый в СНГ и Европе жилой дом с помощью метода 3D-печати. Печать данного дома в общей сложности заняло 2 года, однако сами работы на строительной площадке по возведению дома заняли всего один месяц, за счет того, что вся основная часть здания была напечатана по частям и собрана непосредственно на строительной площадке. Строительство крыши и внутренние отделочные работы были завершающим этапом строительства данного жилого здания (рис. 3).

¹ 3D-печатный замок, построенный на заднем дворе дома, предвещает будущее архитектуры [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.vzavtra.net/stroitelnye-texnologii/3d-pechatnyj-zamok-postroennyj-na-zadnem-dvore-doma-predveshhaet-budushhee-arxitektury.html> (дата обращения: 21.05.2021)

В декабре 2019 года в Мексике американская компания Icon по заказу компании New Story напечатала два жилых здания общей площадью 46,5 м². Напечатанные сооружения имеют плоскую крышу и изогнутые стены. Напечатаны данные здания были одной цельной конструкцией, что делает данную работу особенно уникальной в перечне данных примеров (рис. 4).



Рис. 3. Полностью напечатанный дом²
Fig. 3. Fully printed house



Рис. 4. Завершенный вариант зданий³
Fig. 4. Completed version of buildings

Также прекрасным примером является самое большое в мире здание, построенное с помощью 3D-принтера в октябре 2019 года компанией Apis Core. Данное здание было отпечатано непосредственно на строительной площадке в Дубае. Площадь здания составляет 650 квадратных метров, а высота 9,5 метров, благодаря этому здание было занесено в Книгу рекордов Гиннеса как самое большое здание, напечатанное 3D-принтером на строительной площадке. (рис. 5)



а)



б)

Рис. 5. Здание, построенное с помощью 3D-принтера компанией Apis Core⁴: а - процесс печати, б – готовое здание
Fig. 5. A building built with a 3D printer by Apis Core: a - printing process, b - finished building

Данный пример отображает перспективы развития данной сферы аддитивных технологий, в будущем за счет развития технологий и материалов печати данный рекорд будет побит.

В ноябре 2018 года на территории Саудовской Аравии Нидерландская компания CyBe Construction напечатала здание за максимально возможный короткий срок, всего за восемь дней. На печать необходимых элементов ушло семь дней, а для сборки здания потребовался всего день. Всего было напечатано 48 архитектурных элементов, блоков ушло на стены и 21 блок на парапеты (рис. 6).

² Мы обогнали французов [Электронный ресурс]. - URL: <https://rg.ru/2018/04/19/reg-cfo/pod-iaroslavlem-postroi-at-3d-poselok.html> (дата обращения: 22.05.2021)

³ Жилой район, напечатанный на 3D-принтере, в Мексике [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.admagazine.ru/the-city/zhiloy-rajon-napechatannyj-na-3d-printere-v-meksike> (дата обращения: 22.05.2021)

⁴ В Дубае появилось самое большое в мире здание, напечатанное с помощью 3D-принтера [Электронный ресурс]. - URL: <https://archi.ru/news/85248/-v-dubae-poyavilos-samoe-bolshoe-v-mire-zdanie-napechatannoe-s-pomoschyu-d-printera> (дата обращения: 22.05.2021)



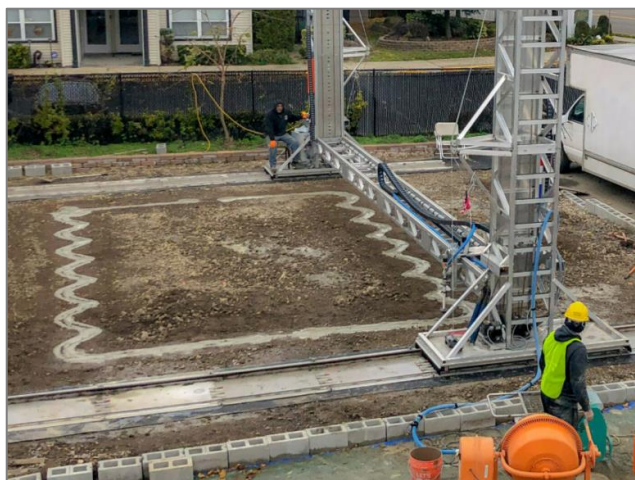
а)



б)

Рис. 6. Здание компании CyBe Construction⁵: а – процесс печати, б - готовое здание
Fig. 6. CyBe Construction building: a - printing process, b - finished building

В августе 2019 года на территории США компания S-Squared 3D Printers представила прототип жилого здания, которое можно напечатать в пределах 12 часов, с помощью 3D-принтера двухопорной конструкции. Дом площадью 46 квадратных метров (рис. 7).



а)



б)

Рис. 7. Здание компании S-Squared 3D Printers⁵: а – процесс печати, б - готовое здание
Fig. 7. S-Squared 3D Printers building: a - printing process, b - finished building

Смотря на все вышеприведенные примеры зданий и проектов, можно сделать вывод что данная индустрия развивается непомерными шагами. Все больше и больше предприятий видят перспективы в данной сфере, что привлекает множество инвесторов, которые развивают данную область. В будущем за счет этого процесс строительства станет еще более доступным и автоматизированным. Объемы производства и масштабы возводимых зданий в перспективе будут увеличиваться что выведет 3D-принтеринг зданий на новый уровень.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 3D ПЕЧАТИ В РОССИИ

Многие ошибочно полагают что 3D-принтеринг слабо развит в России [4], это ошибочное мнение поскольку Россия является одной из лидирующих стран в данной сфере, за счет компании упомянутого ранее ярославского инженера Александра Маслова Спецавиа. Александр Маслов создал множество моделей 3D-принтеров и напечатал стены своего собственного семейного дома. Александр занялся популяризацией 3D-принтеринга зданий в Европе и странах СНГ, за счет продажи 3D-принтеров и их производства. Также Маслов является резидентом «Сколково» и обладателем гранта от Фонда Бортника. Компания Спецавиа опережает своих конкурентов за счет качества производимых принтеров и качества

⁵ 17 реальных зданий, напечатанных на 3D-принтере [Электронный ресурс]. - URL: <https://concreteunion.ru/novosti-otrasli/17-realnyh-zdaniy-napechatannyh-na-3d-printere/> (дата обращения: 25.05.2021)

построенных домов, в этом можно убедиться на примере дома самого Александра Маслова и множества других жилых домов, напечатанных принтерами компании Спецавиа (рис.8).

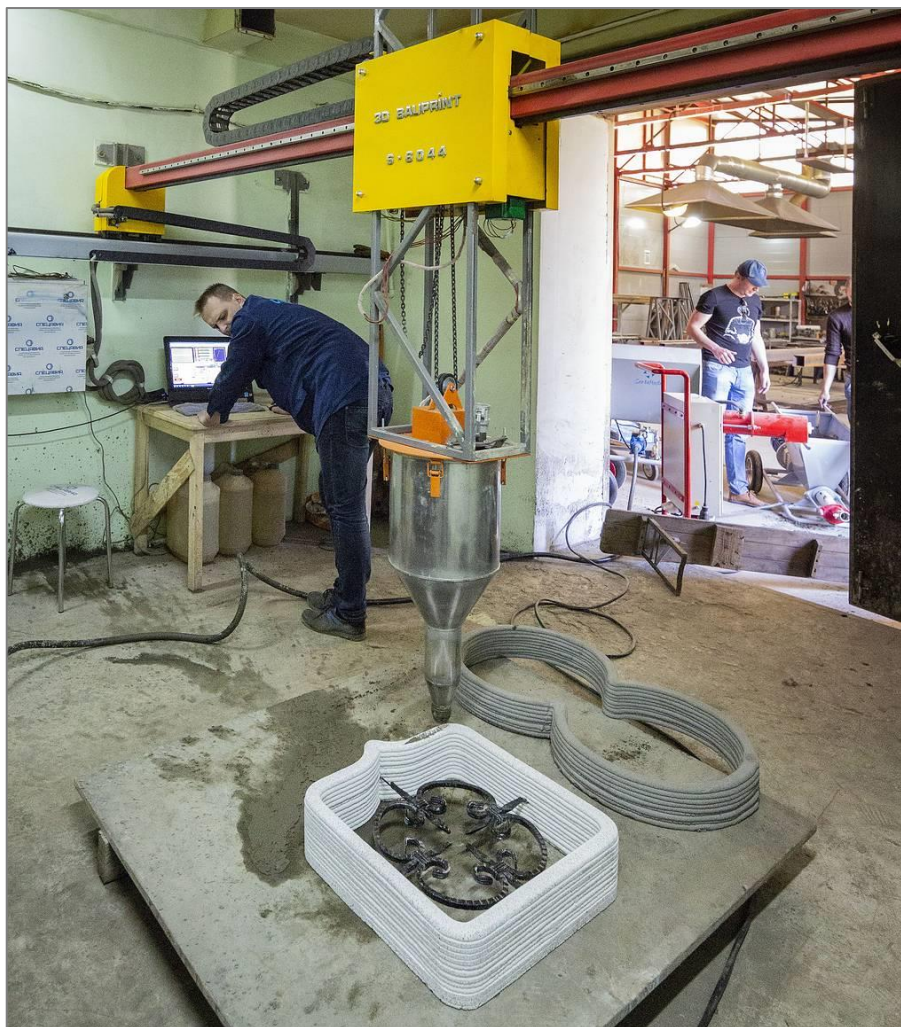


Рис. 8. Принтер компании Спецавиа⁶
Fig. 8. Printer of the Spetsavia company

Компания Спецавиа также успешна за счет разнообразия и количеству принтеров в модельном ряду. Примеры принтеров, созданных компанией Александра Маслова [5]:

- S-6045: устройство может использоваться для печати сложных конструкций размером до 12,6 квадратных метров. Стоимость устройства: 21 тыс. долларов.

- S-1160: этот принтер позволяет печатать крупные конструкции и здания площадью до 280-ти квадратных метров. Стоимость устройства: 29 тысяч долларов.

- S-4063: это небольшое устройство используется для печати малых архитектурных форм, отдельных элементов для домов, бетонных конструкций площадью до 18-ти квадратных метров. Стоимость устройства: 8,5 тыс. долларов.

С помощью данных принтеров компании Спецавиа появляется возможность печатать дома разной формы и размера.

СПОСОБЫ ОБЪЕМНОЙ ПЕЧАТИ

Помимо разнообразия конструкций и размеров 3D-принтеров, также можно выделить три способа печати [6], представленных на рис.9.

⁶ Как ярославский инженер напечатал на принтере дом для своей семьи [Электронный ресурс]. - URL: <https://tass.ru/obschestvo/5206214> (дата обращения: 27.05.2021)

Послойное экструдирование вязкой рабочей смеси

- В этом случае из рабочего «сопла» выдавливается сметанообразная смесь бетона с добавками. Первым обосновал концепцию применения робота в строительстве в виде крана-манипулятора, укладывающего вязкую бетонную смесь по заданной программе, промышленный дизайнер Сергей Дудин совместно со специалистами МХТИ имени Д.И. Менделеева в 1995 году.

Метод спекания / селективное спекание

- При этой технологии в рабочей зоне 3D-принтера происходит расплавление рабочей смеси, причем плавление достигается сконцентрированным лазером или солнечным лучом, а рабочей смесью выступает обычный песок. Объект формируется из плавкого порошкового материала (пластик, металл) путём его плавления под действием лазерного излучения.

Лазерная стереолитография

- Технология лазерной стереолитографии основана на фотоинициированной лазерным излучением или излучением ртутных ламп полимеризации фотополимеризующейся композиции (ФПК). С помощью этой технологии спроектированный на компьютере трёхмерный объект выращивается из жидкой ФПК последовательными тонкими (0,1-0,2 мм) слоями, формируемыми под действием лазерного излучения на подвижной платформе, погружаемой в ванну с ФПК.

Рис. 9. Способы 3D-печати

Fig. 9. 3D printing methods

Смеси для печати на строительных 3D-принтерах заслуживают отдельного внимания и изучения. Экспериментальному исследованию свойств бетонных смесей для 3D-печати, в частности, посвящены работы [7-9].

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ 3D-ПЕЧАТИ

Достоинства и недостатки 3D-печати по сравнению с другими видами строительства представлены в таблице 1 [10].

Таблица 1. Достоинства и недостатки 3D-печати
Table 1. Advantages and disadvantages of 3D printing

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none">- Точность и скорость строительства: 3D-принтер преобразовывает цифровую версию здания в физическую с помощью материала и самой установки шанс ошибки либо какой-либо другой неточности сводится к нулю.- Снижается риск опасных ситуаций на строй площадке, за счет того, что в работе принтера человек практически не участвует.- Сокращается количество отходов после строительства за счет печати деталей по заранее установленным моделям и цифровым версиям.- Экономия средств за счет снижения расходов на рабочую силу, 3D-принтер печатает дома практически без участия человека.	<ul style="list-style-type: none">- Уменьшается число рабочих мест в строительной сфере.- Высокая цена за ошибку: всего одна ошибка в цифровой модели здания может повлечь за собой большие траты на ее устранение на строительной площадке.- Большие траты на обслуживание оборудования и хранение 3D-принтера, поскольку промышленный 3D-принтер для строительства зданий имеет большие габариты, приходится тратить средства на его хранение.- В процессе строительства может использоваться небольшое разнообразие материалов, поскольку один и тот же принтер не может работать сразу с несколькими материалами.- Траты на транспортировку самой установки: из-за больших габаритов принтера приходится тратить средства на транспортировку все частей конструкции чтобы собрать ее непосредственно на строительной площадке.

Как модно заметить недостатков оказалось больше нежели достоинств, но это не значит, что эта технология является безнадёжной и бесперспективной. Все недостатки вытекают лишь из стоимости самого производства. В будущем стоимость производства будет снижаться и большинство недостатков наоборот преобразятся в достоинства данного метода строительства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хотелось бы подвести итог, что 3D-принтеринг зданий и сооружений - это суперперспективное направление в индустрии строительства, за счет своих преимуществ в сравнении с другими методами строительства. 3D-принтеры быстрее, дешевле и экономичнее нежели другие виды строительства зданий и сооружений. 3D-печать - это будущее индустрии и данный метод строительства даст толчок новым идеям и больше свободы фантазии дизайнерам и инженерам, за счет пластичности материала и порталной конструкции самого принтера.

В результате работы удалось выяснить, что 3D-принтеринг развивается не только за рубежом, как все считают, но и в нашей стране, которая занимает лидирующие позиции в данном направлении строительной отрасли. 3D-принтеринг зданий и сооружений имеет очень большие перспективы в нашей стране так как одними из самых больших мировых компаний в данной сфере строительства являются российскими организациями, за счет этого в нашей стране 3D-принтеринг может развиваться намного быстрее нежели в других странах, и это не может не радовать.

3D-печать зданий и сооружений - это очень перспективное и современное направление строительства и многие инженеры или студенты строительных вузов заинтересованы развиваться в данном направлении, поэтому конкуренция только растет. Но за счет конкуренции данное направление достигнет новых высот и станет ведущим на рынке технологий строительства зданий и сооружений.

Однако не стоит забывать, что это относительно новое направление в строительстве, которое требует дальнейших исследований [11-13]: определение прочностных характеристик напечатанных на строительном принтере конструктивных элементов, изучение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций, оценки экономической эффективности и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляева, С.В. Применение 3D-принтера в строительной отрасли / С.В. Беляева, О.М. Кротов, А.И. Гокканен, В.А. Обмачкин // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. материалы научной конференции с международным участием, Инженерно-строительный институт: В 3 частях. Ответственные редакторы: Н.Д. Беляев, В.В. Елистратов. - 2019. - С. 83-85.
2. Симакова, Е.А. Применение 3D-печати в строительстве / Е.А. Симакова, К.И. Селякова, Д. Кравченко // Инженерные исследования. - 2021. - № 1 (1). - С. 3-11.
3. Астафьев, М.Ю. 3D-строительство / М.Ю. Астафьев // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2017. - С. 4607-4610.
4. Гришин, А.В. Использование 3D-технологий в строительстве / А.В. Гришин // Управление инновациями: теория, методология, практика. 2016. № 19. С. 94-98.
5. Рукосуева, Е.А. Перспективы использования 3D-печати в российском строительстве / Е.А. Рукосуева, Б.Р. Юлдашев, М.М. Яворский // Молодежь и XXI век - 2019. Материалы IX Международной молодежной научной конференции. - 2019. - С. 179-181.
6. Закревская, Л.В. 3D-печать в строительстве: состояние и перспективы / Л.В. Закревская, О.Е. Закревский, П.А. Любин, И.В. Козлов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2017. - № 7-8 (222-223). - С. 35-38.
7. Самохвалова, К.А. Экспериментальное исследование свойств бетонных смесей для 3D-печати / К.А. Самохвалова, В.И. Клещевникова, С.В. Беляева // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург. - 2021. - С. 56-58.
8. Самохвалова, К.А. Смеси для строительной печати в условиях пониженных температур / К.А. Самохвалова, Д.В. Rogozinnikova, С.В. Беляева // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург. - 2021. - С. 59-61.
9. Usanova, K. Heat release and thermal conductivity of expanded-clay concrete for 3D printer / K. Usanova, Yu.G. Varabanshchikov, L. Pakrastins, S.V. Akimov, S.V. Belyaeva // Magazine of Civil Engineering. - 2021. - № 2 (102). - С. 10210.
10. Булах, Р.В. 3D-технологии в строительстве и проектировании / Р.В. Булах // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова. Посвящена 165-летию В. Г. Шухова. Белгород. - 2018. - С. 2300-2307.

11. Gamayunova, O. Thermotechnical calculation of enclosing structures of a standard type residential building / O. Gamayunova, M. Petrichenko, A. Mottaeva // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies". - 2020. - С. 012066.

12. Школяр, Ф.С. Определение прочностных характеристик напечатанных на строительном принтере конструктивных элементов / Ф.С. Школяр, О.М. Кротов // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург. - 2021. - С. 35-38.

13. Shatornaya, A.M. Efficiency of 3D printing in Civil Engineering / A.M. Shatornaya, M.M. Chislova, M.A. Drozdetskaya, I.S. Ptuhina // Construction of Unique Buildings and Structures. - 2017. - № 9 (60). - С. 22-30.

ОБ АВТОРАХ

Никита Игоревич Михайлов – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: nickitamixaylow@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS

Nikita I. Mikhailov – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: nickitamixaylow@yandex.ru