



**СОЮЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ**  
Урала и Сибири

Учебное пособие

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**УП-ССК-03-2020**



Челябинск, 2020



А. Х. Байбурин, Н. В. Кочарин

# **Применение цифровых технологий в строительстве**

*Учебное пособие*

УП-ССК-03-2020

Челябинск  
Библиотека А. Миллера  
2020

УДК 004.942 + 69.05  
Б18

**Рецензенты:**

Ю. В. Десятков, К. М. Мозгалев

- Байбурин, А. Х.**  
Б18 Применение цифровых технологий в строительстве : учеб. пособие / А. Х. Байбурин, Н. В. Кочарин. — Челябинск : Библиотека А. Миллера, 2020. — 167 с.

В учебном пособии обоснована объективность использования цифровых технологий, дана история развития цифровых технологий в строительстве. Отдельные разделы посвящены обзору цифровых технологий, принятым строительным нормам и стандартам в области BIM-технологий, автоматизации строительного контроля. Описаны цифровые технологии, применяемые в учебном процессе и роль ССК УрСиб в цифровизации строительной отрасли. В приложении приведены дорожная карта цифровизации отрасли, законодательные акты, перечень национальных BIM-стандартов и норм, программы для проектирования в строительстве, интернет-ресурсы по обучению цифровым технологиям.

Цель пособия — познакомить будущих инженеров с перспективами и примерами использования цифровых технологий для повышения эффективности и качества строительства. Учебное пособие предназначено для студентов по направлению «Строительство».

УДК 004.942 + 69.05

ISBN 978-5-93162-290-9

© Байбурин А. Х., Кочарин Н. В.,  
2020.

© ССК УрСиб, 2020.

# Содержание

<b>Введение</b> .....	5
<b>1. Объективность цифровых технологий в строительстве</b> .....	7
Вопросы и учебные задания .....	14
<b>2. История развития цифровых технологий в строительстве</b> .....	15
Вопросы и учебные задания .....	24
<b>3. Государственная политика в сфере цифровых технологий</b> .....	25
Вопросы и учебные задания .....	34
<b>4. Строительные нормы и стандарты цифровых технологий</b> .....	35
Вопросы и учебные задания .....	39
<b>5. Перспективы применения цифровых технологий</b> .....	41
Вопросы и учебные задания .....	46
<b>6. Программы автоматизированного проектирования</b> .....	47
Вопросы и учебные задания .....	60
<b>7. BIM-технологии в организации и технологии строительства</b> .....	61
Вопросы и учебные задания .....	69
<b>8. Проект «Умный город»</b> .....	70
Вопросы и учебные задания .....	73
<b>9. Автоматизированный строительный контроль</b> .....	74
Вопросы и учебные задания .....	84
<b>10. Цифровые технологии в учебном процессе</b> .....	85
Вопросы и учебные задания .....	92

<b>11. Роль ССК УрСиб в цифровизации строительной отрасли ....</b>	<b>93</b>
Вопросы и учебные задания .....	96
<b>Библиографический список .....</b>	<b>97</b>

### **Приложения**

<i>Приложение 1. План мероприятий по цифровизации строительной отрасли .....</i>	<i>99</i>
<i>Приложение 2. Законодательные акты по введению института информационного моделирования.....</i>	<i>123</i>
<i>Приложение 3. Перечень национальных BIM-стандартов и норм.....</i>	<i>129</i>
<i>Приложение 4. Программы для проектирования в строительстве .....</i>	<i>133</i>
<i>Приложение 5. Видеокурсы по обучению цифровым технологиям .....</i>	<i>167</i>

## Введение

В «Стратегии развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года» декларируется: «Готовность специалистов строительной отрасли к эффективной работе в цифровой информационной среде с использованием сквозных технологий информационного моделирования, навыки и знания в области генерации и использования высокотехнологичных цифровых решений становятся одними из ключевых требований отраслевой профессиональной компетентности».

В «Дорожной карте по реализации Стратегии развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года» большое внимание уделяется плану мероприятий по цифровизации строительной отрасли (Приложение 1), в котором внедрение мероприятий разбито на три этапа: подготовительный (2019—2020 гг.), основной (2021—2024 гг.) и завершающий (2025—2030 гг.). В этой части дорожной карты предусмотрены: внесение соответствующих изменений в Градостроительный кодекс РФ, в Федеральный закон № 44-ФЗ о закупках, нормативные правовые акты Правительства РФ, Минстроя России; формирование базы нормативно-технических документов; перевод процедур в градостроительной сфере в электронную форму; создание Единой цифровой платформы и определение оператора платформы; автоматизация экспертизы проектной документации; создание системы сбора в режиме реального времени достоверных сведений о градостроительной деятельности; обязательность создания и ведения информационных моделей; корректировку профессиональных стандартов, программ образования и повышения квалификации с учетом компетенций в области информационного моделирования; определение мер по стимулированию использования отечественного программного обеспечения; правил взаимодействия информационных систем.

В федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по подготовке магистров по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» предусмотрена компетенция, связанные с информационными технологиями:

ОПК-2: способность анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий.

В профессиональном стандарте «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности» одной из обязанностей является владение необходимыми знаниями в области современных средств автоматизации деятельности в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы. Стандарт разработан для всех участников строительного процесса.

В ближайшие годы значительно возрастет востребованность интеграции компетенций в области создания, внедрения и поддержки решений, основанных на информационных и интеллектуальных технологиях, в содержательное ядро «корпуса знаний» профессионалов в области проектирования, управления, производства и в бизнесе в целом.

В учебном пособии обоснована объективность использования цифровых технологий, дана история развития цифровых технологий в строительстве. Отдельные разделы посвящены обзору строительных цифровых технологий, строительным нормам и принятым стандартам в области цифровых технологий. Кратко описаны цифровые технологии, применяемые в учебном процессе. В приложении приведены дорожная карта по цифровизации отрасли, программы для проектирования в строительстве, интернет-ресурсы по цифровым технологиям.

Цель пособия — познакомить будущих инженеров с перспективами и примерами использования цифровых технологий для повышения эффективности и качества строительства. Учебное пособие предназначено для студентов по направлению «Строительство», а также может быть использовано для подготовки аспирантов направления 08.06.01 «Техника и технологии строительства».

Авторы выражают признательность генеральному директору Союза строительных компаний Урала и Сибири Ю. В. Десяткову за поддержку идеи учебного пособия, а также З. У. Кужаковой, С. М. Вайсману, Д. А. Байбуруну, И. В. Стоякину, Д. Н. Проворотову, Н. М. Разумовой — за помощь в подготовке материалов и ценные замечания.

# 1. Объективность цифровых технологий в строительстве

Все большее место в нашей жизни занимают цифровые технологии. Владение ими со временем станет обязательным требованием для любого специалиста в области строительства (не только для проектировщика). Выявленные теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ) закономерности позволяют определить, как будет происходить внедрение цифровых технологий. Один из законов развития технических систем — закон вытеснения человека из технической системы [1]. Данный закон статистический, выявлен при анализе большого количества изобретений.

Согласно данному закону человек постепенно передает свои функции технике. Вначале функция передается с исполнительного уровня, затем с уровня управления и принятия решений. Первоначально все функции при строительстве выполнялись людьми. Ручной труд, использование природных материалов (камень, дерево), постройка домов, мостов, акведуков, крепостей и культовых сооружений большим количеством людей — характерные черты строительства прошлых веков.

В современном строительстве многие функции от людей перенесены на различные технические системы, широко используется различная техника (экскаваторы, башенные краны, измерительные системы и пр.). Многие работы производятся техническими устройствами, выполняющими функции инструментов, преобразователей энергии, источника энергии. Часть работ при строительстве (отделка, кирпичная кладка, монтаж окон, монтаж дверей и пр.) еще выполняется с большой долей ручного труда. На таких операциях техника еще не вытеснила людей с уровня рабочего органа, источника энергии и преобразователя энергии, но трудоемкость таких процессов сокращается и на некоторых операциях (подготовка поверхности для отделки, оштукатуривание, заглаживание поверхности бетона) уже применяются решения, исключаящие участие человека на уровне исполнителя.

Не только на самом строительстве, но и на предприятиях стройиндустрии процесс вытеснения человека происходит постоянно. Заводы стройиндустрии в этом даже опережают строительные площадки. Передовые заводы индустриального домостроения в Москве, Санкт-Петербурге, Самаре, Томске, Воронеже, Новосибирске, Казани, Ульяновске и других городах России применяют автоматизированные производственные линии с оборудованием компаний Vollert, Weckenmann, EVG, MEP, Schnell, Elematic из Германии, Австрии, Италии, Финляндии [5].

С уровня управления вытеснение человеческого фактора происходит не так явно. На стройке, на заводе стройиндустрии, в проектной компании решения принимаются людьми, но есть свои особенности. Рабочий



на стройке должен подчиняться не только прорабу, руководителю, но и строительным нормам, правилам техники безопасности, исполнять требования госстройнадзора, соблюдать требования технологических карт. У любого работника несколько руководителей, в том числе и информационные системы (строительные нормы, правила, регламенты). Несоблюдение норм может привести к несчастному случаю — травмам, нанесению вреда третьим лицам. Источниками команд являются инструкции, нормы, проектная и рабочая документация.

С уровня принятия решений процесс вытеснения человека не так заметен. Сейчас прослеживается доминирование в принятии решений людьми на всех этапах инвестиционно-строительного проекта.

Процесс вытеснения человека из технической системы протекает последовательно: замена органов чувств датчиками, перенос преобразования информации на технические устройства уже практически реализован. В последующем необходимо перенести функции принятия решений, команд, органов управления на технические системы [17].

Закономерность вытеснения человека проявляется в различных производственных сферах — авиации, машиностроении, банковском деле, частично с уровнем принятия решений и источника команд человек уже вытеснен. Не исключение и строительная отрасль. Здесь также проявляется данный закон. Замещение человека происходит путем внедрения автоматизации, роботизации и цифровых технологий.

Принципиальные задачи, решаемые при переходе к цифровым моделям в строительстве:

- сокращение времени принятия решений (Time-to-Decision, T2D);
- сокращение времени выполнения/реализации проектов (Time-to-Execution, T2E);
- сокращение времени вывода продукции на рынок (Time-to-Market, T2M).

Цифровые технологии на этапе проектирования позволяют наиболее полно учесть все факторы, влияющие на строительный объект в процессе его создания и при последующей эксплуатации. Число этих факторов растет, так как возрастает сложность строительного процесса:

- растут объемы строительства: стоит задача достижения оптимального уровня строительства — необходимо строить в год не менее одного квадратного метра жилья в расчете на одного жителя страны;
- увеличивается количество изделий, компонентов и сырья: появляются новые несущие конструкции, теплоизоляционные материалы, новые оконные системы и пр. Этот рост обусловлен постоянно возрастающими требованиями к комфортности жилья, энергоэффективности, снижению расхода ресурсов для проживания (вода, электричество, тепло и пр.);

- сокращается время цикла строительства: длительный цикл строительства приводит не только износу строительных конструкций до завершения строительства, но к повышенному риску потери финансовых средств в виде их «заморозки» при незавершенном объекте, банкротства, отказа в кредитах и пр.;
- возрастает необходимость в производительных технологиях и организационных методах ведения работ.

Согласно закону необходимого разнообразия Уильяма Эшби [19], невозможно управлять сложными процессами при помощи простой системы. Сложная система управляется только более сложной системой. Как следствие растут требования к проектировщикам, заказчикам, подрядчикам и т. д. Заказчики хотят получать не просто проекты строительных объектов, а решения по критериям минимизации затрат, с максимальным уровнем функциональности строительного объекта. Подрядчики часто не укладываются в сроки и стоимость работ на сложных объектах, не достигаются требуемые показатели производительности.

Уровень производительности труда в среднем по промышленности в РФ составляет 26 % от уровня США, а в жилищном строительстве — 28 %. Такие страны как Германия, Швеция, Норвегия, Финляндия по производительности труда в строительном комплексе опережают Россию в 2—3 раза [2]. В Китае с 2011 года строят по миллиарду квадратных метров жилья в год. Объемы строительства в Китае с 1970 года выросли в финансовом выражении более чем в 200 раз.

По данным журнала «Вестник гражданских инженеров» (№ 4(63), 2017) причинами отставания по производительности труда на 62 % от США являются: нехватка квалифицированных кадров и неэффективная организация производства (45 %); устаревшее оборудование и технологии (22 %); структурные особенности российской экономики (5 %). Уровень производительности труда, выраженный в отношении доли ВВП к проценту занятых в строительстве, снизился с 1998 года в два раза.

При проектировании неизбежны ошибки, которые выявляются при строительстве. Исправление этих ошибок и внесение необходимых изменений в проект предусматривает длительную процедуру дополнительных согласований, отбрасывает процесс строительства обратно на стадию проектирования. Это процесс дорогостоящий, причем, чем дольше вносятся корректировки, тем больше издержек.

Традиционные трудозатратные технологии (при компенсации низкой производительности ростом числа исполнителей) сталкиваются с проблемой сложности организации строительного производства и эффективного управления строительством.

Неизбежен переход к новым подходам при изготовлении строительных материалов, так называемым аддитивным (природоподобным)

технологиям и фабрикам будущего. Необходима автоматизация, интеллектуализация и цифровизация строительных предприятий и процессов строительства, а также переход к «системной инженерии», то есть планированию не отдельных операций, а сразу всего жизненного цикла продукта, начиная от проектирования и заканчивая утилизацией.

Есть несколько определений цифровых технологий (англ. Digital Technology). **Цифровые технологии** — это основанная на методах кодировки и передачи информации дискретная система, позволяющая совершать множество разноплановых задач за кратчайшие промежутки времени.

Цифровые системы, используемые в управлении, условно разделяются на следующие виды по своему функциональному назначению:

- организации и управления, такие как технологии управления жизненным циклом изделий (PLM), автоматизированные системы управления технологическими процессами (ICS);
- системы управления производственными процессами на уровне цеха (MES).

Высокотехнологичные компании относят эти системы к ключевым технологиям, обеспечивающим достижение и поддержание конкурентоспособности. Растет потребность в специалистах данного профиля, инженерах и разработчиках.

Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования подразумевает использование сложных мультидисциплинарных математических моделей материалов, конструкций и физико-механических процессов с высоким уровнем достоверности.

Такие математические модели, или цифровые модели, используют знания, которые применяются при проектировании, производстве и эксплуатации зданий и сооружений:

1) фундаментальные законы и науки (теория упругости, пластичности, колебаний, механика разрушения, динамика и прочность машин, теплообмен, гидроаэродинамика, акустика, математическая физика и т. д.);

2) цифровые геометрические (CAD) и конечно-элементные (CAE) полномасштабные модели реальных объектов и физико-механических процессов;

3) данные о материалах изделия, включая данные о поведении материалов при воздействии гравитационных, тепловых, электромагнитных и других полей, скоростном деформировании, вибрационном, ударном, мало- и многоцикловом нагружении;

4) информацию об эксплуатационных режимах (условия эксплуатации, нарушения нормальных условий эксплуатации, аварийные ситуации и т. д.), включая информацию, которая обеспечивает заданное поведение конструкции в тех или иных ситуациях (так называемое программируемое поведение);

5) данные о технологиях производства и сборки как отдельных элементов, так и конструкций в целом.

Ключевым элементом цифровизации является **цифровой двойник** — цифровая «умная» модель объекта, обеспечивающая достоверность функционирования в пределах  $\pm 5\%$  и учитывающая особенности конкретного производства, технологии изготовления. Цифровой двойник должен постоянно пополняться данными об эксплуатации реального объекта и отображать его функциональное состояние в режиме реального времени. Такая модель фиксирует все данные о материалах, особенностях конструкции, произведенных операциях, испытаниях.

Цифровой двойник позволяет вовремя определять дефекты и осуществлять ремонт, прогнозировать состояние объекта и принимать решения о режимах эксплуатации в дальнейшем. Все это дает возможность повысить безопасность, повысить эффективность систем, сократить производственные циклы.

Создание цифрового двойника предполагает разработку многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений (временных, финансовых, технологических, производственных и др.). Это дает возможность формировать цифрового двойника, который ведет себя так же, как и реальный объект на всех этапах жизненного цикла, включая этап эксплуатации, с высокой степенью адекватности реальному физическому объекту. При этом отпадает необходимость в дорогостоящих НИОКР с материальными объектами, натурных испытаниях.

Цифровое проектирование и моделирование применительно к строительству распространяется на:

- цифровые модели инструментов, механизмов и машин;
- моделирование процессов монтажа, анализ собираемости;
- контроль геометрии и качества конструкций;
- цифровой проект производства строительных работ;
- цифровую модель организации строительства.

Каждой технологии соответствует некоторый набор альтернатив, то есть тех инструментов, с помощью которых можно получать результат. Назначение испытательного полигона технологий — постоянно отслеживать, анализировать и оценивать на практике различные варианты процесса строительства. Виртуальный полигон снижает затраты.

Результат работы испытательного полигона технологий — формирование цепочки технологий для решения задач заказчика с нахождением лучшего в своем классе решение конкретной задачи. Например, из опыта известно, что вариантное проектирование позволяет снизить стоимость объекта в среднем на 15 %.

Отдельное направление цифровых технологий — это Интернет вещей.

**Интернет вещей** (Internet of Things, IoT) подразумевает три основные концепции:

- подключение к глобальной сети большого числа окружающих нас объектов;
- беспроводную самоконфигурирующуюся сеть между объектами;
- момент времени, когда количество объектов, подключенных к глобальной сети, превысило количество пользователей глобальной сети.

Для обеспечения работоспособности «Интернета вещей» создано и разработано определенное количество программных средств. Основные направления, которые поддерживают эти программные средства:

- идентификации устройств, объектов;
- передачи данных между устройствами и объектами;
- измерения свойств, характеристик объекта;
- хранения собранной информации об устройстве или объекте;
- средства обработки и анализа хранимой и получаемой информации;
- средства контроля и разграничения доступа.

Использование технологии Интернета вещей позволит существенно изменить работы со строительными материалами и конструкциями. Подключенную к Интернету конструкцию будет затруднительно бросить на пустыре, поскольку можно быстро найти виновника такой нелегальной свалки. Это, конечно, преувеличение, но технология IoT позволяет каждому изделию «знать» свое место в конструктиве и предупреждать об ошибочной сборке.

Развитие интернета вещей ведет к росту количества информации, в связи с этим развивается направление «большие данные» (Big Data).

**Большие данные** — комплексный набор методов, подходов и инструментов обработки структурированных и неструктурированных данных колоссальных объемов.

Главной целью обработки Big Data является быстрое и эффективное использование всех видов информации в условиях непрерывного изменения и прироста в больших объемах. Основными задачами Big Data являются хранение и обработка информации гигантских объемов данных.

Термин Big Data был предложен Клиффордом Линчем (Clifford Lynch), редактором журнала Nature, который 3 сентября 2008 года выпустил отдельный номер, главной темой которого была «Как могут повлиять на будущее науки, технологии, открывающие возможности работы с большими объемами данных?» (Оригинал: «Big data: How do your data grow?»). К 2011 году понятие Big Data стало набирать популярность, в основном, в крупных корпорациях таких как Microsoft, IBM, Oracle, EMC, HP и др. С 2013 года большие данные начинают

преподавать в университетах в рамках вузовских программ по науке о данных, вычислительным наукам и инженерии.

Анализ данных — это совокупность методов и средств извлечения из них организованных данных для принятия решений. Основные этапы анализа данных: гипотеза; сбор и систематизация данных; подбор модели; тестирование и интерпретация результатов; использование.

Задачи, решаемые Big Data: управление документами и доступом; мониторинг интеллектуальных счетчиков; мониторинг оборудования; оптимизация ценовой политики; оптимизация автомобильного движения; анализ социальных сетей; анализ поведения клиентов; оптимизация IT-инфраструктуры; прогноз погоды; разведка природных ресурсов; аналитика в медицинских исследованиях; управление гарантийными обязательствами; анализ рекламных компаний. В области строительства это задачи: мониторинга технического состояния сооружений и инженерного оборудования, ГИС в области землепользования, автоматизированный строительный контроль, электронный документооборот и сбор исполнительной документации.

Еще одно направление цифровых технологий — создание «Фабрик будущего». Цифровые, умные и виртуальные «**Фабрики будущего**» (Digital/ Smart/ Virtual Factories of the Future) представляют собой комплекс цифровых систем в форме триады: цифровое проектирование и моделирование; новые материалы; аддитивные технологии.

Термин «Фабрика будущего» получил широкое распространение в рамках программ Европейского союза после запуска частногосударственного партнерства Factories of the Future, которое является частью программы технологического развития стран Европейского союза Horizon 2020. Партнерство FoF охватывает все производственные сферы и подразумевает мероприятия по модернизации в следующих областях: логистика; обработка и перемещение материалов; программирование и планирование; клиенто-ориентированный дизайн; энергоэффективность; сокращение вредных выбросов; новые технологии обработки; новые материалы; усовершенствование оборудования и производственных технологий.

Решаемые задачи: снижение финансовых издержек, гибкость и безопасность производства, сокращение сроков вывода новых видов продукции на рынок при одновременном повышении ее качества, рост производительности труда.

Сложилась следующая классификация фабрик будущего:

1) «умные» фабрики (Smart Factories): гибкое, быстроперенастраиваемое производство и применение автоматизированных систем управления производственными процессами и планированием. Совокупность этих технологий должна обеспечить повышение общего уровня интеллектуализации и эффективности производства, повышение

отказоустойчивости, а также создать плацдарм для дальнейшего развития новых рынков инновационных производственных решений;

2) виртуальные фабрики (Virtual Factories): управление цепочками поставок и распределенными производственными активами, увязывание продуктов и услуг и налаживание удаленного контроля;

3) цифровые фабрики (Digital Factories): повышение качества проектирования продуктов и производственных систем позволяет лучше контролировать жизненный цикл продукта и дает больше возможностей для прогнозирования и внесения изменений на самых ранних стадиях (начиная со стадии концепта) за счет моделирования и управления знаниями.

Информации о наличии проектов по созданию умных фабрик предприятий стройиндустрии в России нет. Это означает наличие больших перспектив в данном направлении и новых возможностей.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Каким образом происходит вытеснение человека из технических систем?

2. Каковы резервы повышения уровня производительности труда в строительной отрасли России?

3. Для чего создается цифровой двойник объекта? Приведите примеры из области строительства.

4. Как функционирует Интернет вещей? Каким образом технологию Интернета вещей применить в строительстве?

5. Для чего собирают большие данные?

6. Что обозначает термин «фабрики будущего»? Подходит ли определение фабрики будущего для заводов индустриального домостроения?

## 2. История развития цифровых технологий в строительстве

Цифровые технологии стали развиваться с появлением вычислительных машин. Развитие компьютерной отрасли было вызвано потребностью в решении задач, связанных с развитием ракетной техники и проведением значительных математических вычислений, главным образом, в военной области.

Вычислительные системы, выйдя на высокий уровень своего функционального развития, стали применяться в других отраслях. Заметное их использование было в бухгалтерской сфере, экономических расчетах. В технике вычислительные машины нашли свое место в расчетах конструкций, технологий, автоматизации производственных процессов.

Большой вклад в использование вычислительных машин на предприятиях был сделан Виктором Михайловичем Глушковым. Значимые проекты, выполненные В.М. Глушковым: создание и развитие персонального компьютера для инженерных расчетов «МИР»; проекты создания АСУ (автоматизированных систем управления) предприятий. Он стал инициатором и главным идеологом разработки и создания Общегосударственной автоматизированной системы учета и обработки информации (ОГАС), предназначенной для автоматизированного управления экономикой СССР в целом [6].

В строительстве вычислительная техника и цифровые технологии внедрялись там, где были большие объемы вычислений, в первую очередь в экономических расчетах. Первые программы подготовки смет были созданы группой разработчиков автоматизированных систем управления под руководством В. М. Шершнева и использовались на вычислительных машинах класса ЕС в начале 1980 годов [10].

Значительный вклад в развитие цифровизации строительства внес А. А. Гусаков, д-р техн. наук, директор ЦНИПИИАСС (Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт автоматизированных систем в строительстве). В 1960—1970-е годы усилия многих ученых были направлены на развитие отечественной науки и практики в области кибернетики, автоматизации и информатизации производства. В этот период А. А. Гусаков знакомится с работами, а затем и лично с учеными, стоявшими у истоков этого направления в СССР: П. К. Анохиным, А. И. Бергом, Г. С. Поспеловым, О. М. Белодерковским, В. М. Глушковым, Н. П. Бусленко. В это время определяется главное направление исследований А. А. Гусакова: системотехника строительства, как наука о создании сложных автоматизированных технических систем в строительстве, как применение системного подхода к строительным объектам [8].

В рамках этого направления школой А. А. Гусакова создано представление о процессе строительства, как о сложной вероятностной



открытой динамической системе, подверженной многочисленным экзогенным и эндогенным воздействиям. Заложены основы количественной оценки технологичности строительных конструкций зданий и сооружений, определены требования к системам автоматизированного проектирования объектов и процессов, разработана теория организационно-технологической и организационно-экономической надежности строительства, методы программно-целевого планирования научно-технических разработок [9].

В соответствии с теорией функциональных систем П. К. Анохина разработана концепция системно-функционального представления объектов строительства, а также концепция реструктуризации высшего образования на основе указанного подхода. Обоснована парадигма моделирования строительной деятельности на основе нейронных сетей, созданы имитационные интегрированные системы проектирования, организации и управления строительством, разработаны системотехнические методы управления инвестиционно-строительными проектами.

Необходимость автоматизации управления строительством была понята еще в период использования больших ЭВМ, в 1970-е годы. В СССР эта проблема имела особую актуальность в силу высокой централизации системы управления и большого числа крупных строек. Проблема решалась путем формирования специальной службы — автоматизированной системы управления строительством (АСУС). Сущность использования АСУС состояла в том, что на всех уровнях управления между управляющим и управляемым звеньями появлялось новое звено — вычислительный центр (ВЦ). Вычислительные центры представляли собой крупные организации, оснащенные большими ЭВМ (второго поколения, на полупроводниках), с многочисленным персоналом поставщиков задач, программистов, операторов, курьеров со своим транспортом, телетайпной связью. Решались разнообразные задачи, начиная от рутинных (учет расхода и запасов различных ресурсов, начисление заработной платы и т. д.) и кончая сложными оптимизационными задачами, когда выбирался наиболее подходящий вариант организации работ.

На многих стройках (особенно в Москве) АСУС функционировали довольно успешно, но в целом такие системы приживались плохо. В условиях «дефицитной» экономики получаемые решения оптимизированных задач далеко не всегда оказывались реалистичными, а большой объем распечатываемой документации обычно изучался строителями плохо. Руководители строительного производства не были готовы к столь сильной перестройке стиля своей работы. ВЦ хорошо использовались лишь для решения задач учета: составления ведомостей ресурсов, подсчета заработной платы и т. д.

Быстрое развитие компьютерной техники в 90-х годах сделало ненужным громоздкие ВЦ, и автоматизация пошла по другому пути.

Вместо больших ЭВМ появились многочисленные персональные компьютеры, размещившиеся в самих строительных организациях на столах бухгалтеров, инженеров производственно-технических отделов, снабженцев, кладовщиков, главного инженера и т. д.

Существенные изменения произошли в самом программном обеспечении. На смену небольшим разрозненным программам, решающим отдельные организационные задачи, пришли крупные программные комплексы, позволяющие решать очень широкий круг задач и создавать более благоприятные условия для пользователя. Появился новый вид программного продукта — автоматизированные рабочие места (АРМ). АРМ — это условное название программного комплекса, предназначенного для автоматизации конкретного вида деятельности: например, АРМ-бухгалтер, АРМ-снабженец (кладовщик, финансист, кадровик и т. д.).

По сравнению с программами старых АСУС АРМы обладали значительно большими возможностями, однако с программистской точки зрения они были намного сложнее, и по занимаемой памяти (в килобайтах) они в десятки и даже сотни раз превышали наиболее типичные программы АСУС 1970—1980-х годов. Как правило, АРМы охватывают все основные задачи, решаемые соответствующим специалистом, однако они могут требовать привязки к условиям конкретной организации или обновления применительно к новому законодательству, новым нормам. Естественно, что такая доработка по трудоемкости несопоставимо меньше составления новых программ.

Если считать старые АСУС с большими ЭВМ первым этапом развития автоматизации управления, то переход на персональные компьютеры и АРМы является вторым этапом, соответствующим более высокому уровню информационных технологий. В отличие от АСУС персональные компьютеры и АРМы очень легко внедряются в практику, хотя и требуют специального обучения персонала, наличия высококвалифицированных консультантов по информационным технологиям.

К концу 1990-х годов автоматизация большинства строительных организаций находилась на описанном втором этапе, т. е. на стадии использования отдельных компьютеров и АРМов. Недостатком автоматизации данного этапа явилось несовершенство связи между отдельными АРМами и связанная с этим необходимость дублирования информации при ее переброске с одного компьютера на другой. По этой причине дальнейшим этапом развития автоматизированных систем стало создание на базе разрозненных АРМов единой информационной системы предприятия, охватывающей все основные сферы его деятельности. Для использования такой системы компьютеры строительной организации, а иногда и связанных с нею сторонних организаций должны объединяться в единую компьютерную сеть. При этом программное обеспечение значительно усложняется, как и усложняется сама аппаратная часть, т. е. появляется множество дополнительных устройств,

связанных с хранением и передачей информации по различным каналам связи. Возникающие текущие задачи в любой сфере деятельности могут решаться с использованием: данных всей информационной (корпоративной) системы.

Основанные на этом системы управления получили название корпоративных информационных систем (КИС). Иными словами КИС — это единая информационная система, связывающая, между собой руководство организации, ее структурные подразделения, иногда и смежные предприятия, вспомогательные службы, и охватывающая все основные сферы деятельности: бухгалтерию, производство, материально-техническое обеспечение, сбыт, текущие организационные вопросы и т. д. Это человеко-машинная система, при которой производственная, хозяйственная и финансовая стороны деятельности предприятия становятся как бы полностью прозрачными, т. е. можно непрерывно анализировать все получаемые результаты, тенденции, положение на строительном рынке, обеспечивая этим наибольшую эффективность управления. В зарубежной практике примерно такие же функции выполняют, так называемые, системы управления ресурсами (ERP).

Как и САПР, такие системы содержат множество стандартных и специализированных модулей, причем каждая конкретная система может включать, в зависимости от требований заказчика, свои дополнительные модули и допускать их последующее расширение. КИСы обладают широкими возможностями: они могут взаимодействовать с программами САПР, в первую очередь с модулями САД-САМ-и САЕ-систем.

САД системы осуществляют компьютерную поддержку проектирования (computer-aided design). Это программы с пакетом модулей для создания трехмерных объектов с детализацией их особенностей и возможностью получения полного комплекта конструкторско-проектной документации.

САМ системы осуществляют компьютерную поддержку производства (computer-aided manufacturing). Это прикладные программы для реализации проектов с их помощью, например, прописывают алгоритм работы станков с ЧПУ. В качестве основы используется трехмерная модель, сделанная по стандартам САД.

САЕ системы — это класс продуктов для компьютерной поддержки расчетов и инженерного анализа (computer-aided engineering). Появление возможности создавать 3D-модель требовала детального ее описания, прогнозирования эксплуатационных нагрузок, включая воздействие температуры, сопротивления среды.

Методы обработки информации в САД/САМ/САЕ системах включают выполнение функций графических и текстовых редакторов, электронных таблиц, баз данных и т. д. Модули САД-систем (графические), характерные для САПР, в системах управления имеют мень-

шее значение, но большую роль приобретают модули управления документооборотом (PDM-системы). Для решения хозяйственных задач используются экономико-математические модели, в первую очередь различные модели бизнес-процессов.

Обычно КИС содержит несколько подсистем охватывающих то или иное направление деятельности организации. Например, это могут быть такие подсистемы как административное управление, бухгалтерский учет, оперативное управление, управление производством и т. д. Подсистемы содержат модули, связанные с более конкретными видами деятельности. Например, подсистема административного управления может содержать модули: управление документооборотом; управление персоналом; управление маркетингом; финансовое планирование; управление производственными планами, в том числе календарно-сетевое планирование; анализ хозяйственной деятельности организации и т. д.

Подсистема бухгалтерского учета может, например, включать модули: учет движения материалов; расчеты по зарплате; учет основных средств; бухгалтерские отчеты и т. д.

Организация может заказать для себя автоматизированную систему, в которой будут не только дополнительные модули, но и целые их комплексы (подсистемы), нужные только для нее, т. е. связанные с особенностями условий работы, структурой и т. д. Например, это могут быть подсистемы управления карьерным хозяйством, цехом производственной комплектации, базой механизации, транспортом и пр. В отдельных подсистемах могут добавляться модули, а в модулях отдельные дополнительные блоки, связанные со спецификой данного предприятия. Например, если предприятие занимается торговлей строительными материалами и изделиями, то в контуре бухгалтерского учета должны быть дополнительные модули, которые для других, не торгующих организаций, не потребуются. В модуле управления маркетингом могут, например, потребоваться: блоки по анализу эффективности рекламы, истории контактов с клиентами, анализу претензий и т. д.

Эти модули размещаются на компьютерах функциональных, линейных подразделениях, у руководства, образуя автоматизированные рабочие места (АРМы). Быстрое развитие информационных, технологий заставляет постоянно корректировать смысл многих понятий и соответствующих терминов. В частности, АРМы в настоящее время понимаются в основном как программно-аппаратная среда применительно к конкретному компьютеру. Единицей программного обеспечения по-прежнему считается модуль. Если программа (модуль, его часть или несколько модулей) устанавливается на одном компьютере с ключом, не допускающим копирование, говорят, что имеется одно автоматизированное рабочее место (АРМ), если на пяти, то пять и т. д. Обычно установка модулей без ограничений числа АРМов стоит дороже.

Автоматизированные системы управления постепенно развиваются в направлении решения все более сложных задач и в перспективе должны высвобождать человека не только в сфере его информирования, но и принятия многих решений. Однако современные системы пока ориентированы в основном на информационное обслуживание, ибо негативный опыт старых АСУС показал, что с передачей компьютеру функций принятия решений спешить не следует. Это медленный длительный процесс, который должен развиваться параллельно с повышением общей культуры производства.

В настоящее время КИС обеспечивают повышение эффективности управления до такого уровня, который был совершенно недостижим при прежнем техническом оснащении. Методы электронного проектирования проникают во многие сферы деятельности. Так в 2012 году госкорпорация «Росатом» перешла на Единую отраслевую систему документооборота (ЕОСДО). Программа позволила систематизировать проектную документацию. Проще стал доступ к электронному архиву. В результате повысилась производительность труда, сохранность информации, надежность ее защиты.

Разработаны и активно используются государственные и муниципальные информационные системы в строительстве:

Федеральная государственная информационная система ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС);

Единая информационная система жилищного строительства (ЕИСЖС);

Единый государственный реестр заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства (ФГИС ЕГРЗ);

Информационные системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) и др.

Общемировая тенденция развития современных компьютерных технологий потребовала внедрения в проектирование, строительство и эксплуатацию BIM-технологий. BIM (Building Information Modeling) — информационное моделирование зданий, процесс совместной работы над созданием и использованием информации о сооружении. С помощью таких программ современное строительство получает не только 3D модель, но и базу данных о технических, технологических, экономических, инженерно-строительных, архитектурных, сметных характеристиках объекта, что позволяет в любой момент времени получать полную актуальную информацию и документацию проекта.

Программы, относящиеся к категории BIM технологии: Autodesk Revit, Autodesk AutoCAD, Autodesk, Civil, 3ds Max, Autodesk Infraworks, Autodesk Robot, Graphisoft ArchiCAD, Renga и т. д. (см. раздел 6 и Приложение 4).

Информационное моделирование является комплексом технологий и процессов, обеспечивающих единую цифровую среду для выполне-

ния совместного проектирования и планирования в рамках проекта, которые должны приводить к улучшению результатов на различных этапах жизненного цикла объекта строительства, включая ранние этапы концептуального планирования, дизайн и инжиниринг, закупки и строительство, ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и извлечение прибыли, а также снос или реализацию под другие нужды.

В российском сообществе на правительственном уровне задача развития информационных технологий впервые была освещена на заседании Правительства в 2013 году, в протоколе которого по вопросу «О проекте «дорожной карты» по развитию информационных технологий» была обозначена важность этой отрасли для экономики. Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ был подготовлен приказ № 926/пр от 29.12.2014 г. «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» [15].

Рабочая группа Министерства строительства при изучении опыта применения технологий информационного моделирования российскими компаниями рассмотрела и рекомендовала в качестве «пилотных проектов» проектную документацию по 22-м объектам капитального строительства, в том числе по объекту: «Многоквартирный жилой дом № 13 мкрн. Манхеттен г. Челябинск» (рис. 2.1).



Рис. 2.1. BIM-модель на базе Revit объекта «Многоквартирный жилой дом № 13 мкрн. Манхеттен г. Челябинск»

В 2017 году на основе Указа Президента [14] была принята «Дорожная карта», предусматривающая разработку национальных стандартов информационного моделирования в процессах проектирования, строительства (реконструкции, капитального ремонта), эксплуатации и сноса объектов капитального строительства (Приложение 1) и введение нормативно-технических документов и сметных нормативов, применяемых в строительстве, в соответствие с классификатором строительных ресурсов.

Важнейшим шагом для развития информационного моделирования в России стало принятие национального классификатора строительных ресурсов. Классификатор строительных ресурсов — это систематизированный перечень используемых при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов капитального строительства материалов, изделий, конструкций, оборудования, машин и механизмов, каждому из которых присвоен определенный код, гармонизированный с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности, который формируется Минстроем России и размещается в федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве.

Наличие кода позволяет оперировать элементами при цифровизации любого процесса. В Классификаторе каждому элементу присвоен код, который в будущем позволит «расчленять» сложные модельные объекты на составляющие элементы по классификатору, а также наоборот, собирать базовые элементы в более сложные группы для работы с ними как с единым целым (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Структура классификатора строительных ресурсов



Следующим шагом необходимо наполнение классификатора и библиотек, пригодных для BIM, с отображением информации на всем протяжении жизненного цикла объекта. По каждому элементу необходима информация: номер по классификатору; ссылки на ГОСТ, ТУ; геометрические размеры, масса; прочностные, пожаротехнические, звукоизоляционные; теплотехнические, санитарно-эпидемиологические; срок строительства, монтажа; нормативный срок службы; стоимость изделия; стоимость монтажа; контроль качества.

Сформулируем требования к BIM-технологиям в соответствии с положениями утвержденного «Плана мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла». На стадии проектирования BIM-решения должны давать возможность осуществления:

- а) создания 3D информационной модели;
- б) соединения всех секций информационной модели (архитектура, конструкции, сети) в комбинированную модель;
- в) исправления ошибок визуального моделирования в комбинированной модели;
- г) анализа пересечений элементов и обнаружения коллизий, с возможностью переработки проектных решений (например, пересечение трубопроводов со стенами должно выполняться в специальных проемах);
- д) установления пространственно-временных ошибок сравнением графика производства строительных работ (3D и 4D модели);
- е) переноса модели на строительную площадку с увеличением уровня детализации.

На строительной площадке BIM-решения должны давать возможность осуществления генеральным подрядчиком и другими участниками строительства:

- а) тестирования исполнения модели;
- б) сравнения фактических конструкций и конструкторскими решениями;
- в) выполнения необходимых регулировок информационной модели использованием мобильного приложения на протяжении строительства;
- г) верификации области моделирования;
- д) выполнения регулярного лазерного сканирования обеспечивающего для этой модели регулирование в соответствии с фактическим объектом строительства (в том числе регистрацию инженерных сетей, скрытых за конструкциями и производство соответствующих изменений);
- е) выполнения необходимых регулировок информационной модели использованием мобильного приложения на строительной площадке;



ж) формирования исполнительной документации (выполняется генеральным подрядчиком, инженером визуализации виртуальной реальности);

и) использования построенной модели в качестве объекта для раннего менеджмента.

Краткосрочные преимущества BIM (данные на основе исследования Smart Market Report McGraw Hill Construction, 2012):

- сокращение ошибок — 52 % опрошенных;
- выход на новые рынки — 51 %;
- сокращение доработок проекта — 48 %;
- новый сервис для клиентов — 46 %;
- сокращение сроков выполнения проектных работ — 39 %.

Долгосрочные преимущества BIM:

- удержание клиентов — 49 %;
- сокращение сроков реализации проекта — 37 %;
- увеличение прибыли — 36 %;
- сокращение стоимости — 32 %;
- сокращение судебных споров — 28 %.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Что было сделано в СССР по автоматизации систем управления в строительной отрасли?
2. В чем различие САД-, САМ- и САЕ-систем?
3. Какова логика перехода от АСУ к АРМ, КИС и ГИС?
4. Какие государственные информационные системы применяются в строительном комплексе?
5. Дайте определение технологии BIM.
6. В чем особенности технологии информационного моделирования BIM?
7. Какова цель создания классификатора строительных ресурсов?
8. Какие задачи решает BIM на стадии проектирования?
9. Задачи, решаемые BIM на стадии строительства.
10. Краткосрочные и долгосрочные преимущества внедрения BIM.

### 3. Государственная политика в сфере цифровых технологий

Техническая политика государства, обеспечивающее внедрение цифровых технологий, последовательно регламентируется и реализуется через несколько уровней документов. На государственном (федеральном) уровне применяются Федеральные законы и различные нормативные акты, например, законы и акты для 12 национальных проектов: «Здравоохранение», «Образование», «Демография», «Культура», «Безопасные и качественные автомобильные дороги», «Жилье и городская среда», «Экология», «Наука», «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», «Цифровая экономика», «Производительность труда и поддержка занятости», «Международная кооперация и экспорт».

На отраслевом уровне используются Федеральные законы, государственные стандарты России, нормы и правила (например, в области BIM-проектирования стандарты и нормы приведены в Приложении 3).

На региональном уровне действуют местные акты, например, Постановление Правительства Челябинской области № 493-П от 26 октября 2018 года «Об утверждении перечня приоритетных инвестиционных проектов Челябинской области по строительству» или распоряжение губернатора № 1376-р от 29.11.2019 «О создании Координационного совета по развитию технологии информационного моделирования (BIM технологии) в Челябинской области».

Предприятия по производству стройматериалов, строительные компании, проектные организации пользуются стандартами организаций, технологическими картами и регламентами, методиками, инструкциями, документами системы менеджмента качества, конструкторско-технологической документацией и пр.

Основная задача государственной политики — повышение конкурентоспособности промышленности, создание благоприятных условий для развития производственных компаний.

В последние годы проблематика передовых производственных технологий активно обсуждается и рассматривается в качестве приоритетного направления развития промышленности в России. Политика федеральных органов власти в сфере развития промышленности выражается в трех главных инструментах государственной поддержки:

- стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР РФ);
- национальной технологической инициативе (НТИ);
- федеральной программе «Цифровая экономика».

Все эти направления реализуются в русле четвертой промышленной революции и аналогичных подходов, которые разрабатываются

в США (Advanced Manufacturing Partnership), Германии (Industrie 4.0) и других странах.

Цифровая экономика представлена тремя уровнями, которые в своем тесном взаимодействии влияют на жизнь граждан и общества в целом:

- рынки и отрасли экономики, где осуществляется взаимодействие конкретных субъектов (поставщиков и потребителей товаров, работ и услуг);
- платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики (сфер деятельности);
- среда, которая создает условия для развития платформ и технологий.

Одна из федеральных программ — это **Национальная технологическая инициатива (НТИ)** [12]. Это программа мер по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства страны к 2035 г., которую в Послании Федеральному Собранию 4 декабря 2014 г. предложил запустить Президент РФ В. В. Путин.

В рамках НТИ выделены рабочие группы по развитию рынков будущего, с капитализацией в миллиарды долларов:

Аэронет (AeroNet) — распределенные системы беспилотных летательных аппаратов;

Автонет (AutoNet) — распределенная сеть управления автотранспортом без водителя;

Маринет (MariNet) — распределенные системы морского транспорта без экипажа;

Энерджинет (EnergyNet) — распределенная энергетика от персональных источников до умных энергосетей и городов;

Сейфнет (SafeNet) — безопасные и защищенные компьютерные технологии, решения в области передачи данных, безопасности информационных и киберфизических систем, новые персональные системы безопасности;

Нейронет (NeuroNet) — распределенные искусственные компоненты сознания и психики; рынок средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых разработках в нейротехнологиях и повышающих продуктивность человеко-машинных систем;

Хелснет (HealthNet) — рынок персонализированных медицинских услуг и лекарственных средств, обеспечивающих рост продолжительности жизни, а также получение новых эффективных средств профилактики и лечения различных заболеваний;

Фуднет (FoodNet) — системы персонального производства и доставки еды и воды;

Финнет (FinNet) — децентрализованные финансовые системы и валюты.

В рамках дорожной карты «Технет» НТИ «Фабрики будущего» понимаются как системы комплексных технологических решений (то есть, по сути, интегрированные технологические цепочки), которые обеспечивают в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения. В терминологии дорожной карты «Технет» они называются цифровыми, «умными», виртуальными фабриками будущего, и формируются на основе передовых производственных технологий и компетенций мирового уровня.

Ключевую роль в цифровой экономике будут играть **«Цифровые фабрики»**, которые в логике НТИ имеют следующие характеристики.

1. Создание цифровых платформ — своеобразных экосистем передовых цифровых технологий. Платформенный подход позволяет объединить территориально распределенных участников процессов проектирования и производства, повысить уровень гибкости и кастомизации с учетом требований потребителей, и все это на основе предсказательной аналитики и больших данных.

2. Разработка системы цифровых моделей (цифровых двойников) проектируемых изделий и производственных процессов. Цифровые модели должны обладать высоким уровнем адекватности реальным объектам и процессам (здесь уместно говорить про конвергенцию материального и цифрового миров, порождающих синергетические эффекты).

3. Цифровизация всего жизненного цикла изделий (от концепт-идеи, проектирования, производства, эксплуатации, сервисного обслуживания и до утилизации). Стоимость изменений тем больше, чем позже вносятся эти изменения, а потому мировая практика показывает, что «центр тяжести» смещается в сторону процессов проектирования, в рамках которых и закладываются характеристики глобальной конкурентоспособности или высокие потребительские требования.

Важно понимать, что на этапе формирования «Цифровой фабрики» происходит и формирование новых ключевых компетенций:

- быстрая кастомизация отклика на запросы заказчика, использование системного инжиниринга, когда нужно в каждый момент времени держать в поле зрения всю систему и все ее взаимодействующие компоненты;
- формирование многоуровневой матрицы целевых показателей и ограничений, как основы нового проектирования, что позволяет значительно снизить риски, объемы натурных испытаний и объемы работ, связанных с доводкой изделий и продукции на основе испытаний;
- разработка и валидация математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным объектам и реальным процессам;
- управление изменениями на протяжении всего жизненного цикла;

— цифровая сертификация, основанная на тысячах виртуальных испытаний, как отдельных компонентов, так и системы в целом.

Для того чтобы «Цифровые фабрики» были гармонично встроены в формируемую цифровую экономику, необходимо комплексно решить ряд задач:

- в области образования, исследований и разработок: формирование прикладных магистратур на новом принципе обучения в ходе выполнения реальных НИОКР, подготовка «инженерного спецназа»);
- формирование цифровой экосистемы как инфраструктуры — создание испытательных полигонов как центров сборки, тестирования и эффективного применения передовых мультидисциплинарных и кросс-отраслевых технологий и формирования компетенций мирового уровня;
- в области регуляторики: совершенствование институциональных условий в области стандартизации и сертификации новых материалов, изделий и продукции.

Каждая из трех частей Фабрики будущего (цифровая, «умная» и виртуальная фабрики) относится к определенным стадиям жизненного цикла и звеньям цепочки добавленной стоимости, и включает в себя определенный набор технологий для достижения конкретных целей.

Цифровая фабрика охватывает процесс разработки изделия до стадии прототипа. Конечным продуктом является сам прототип или образец или же его цифровой двойник.

«Умная» фабрика включает в себя все, что связано непосредственно с производственными мощностями: робототехнику; промышленный интернет; различные технологии организации и управления производством: автоматизированные системы управления технологическими процессами (ICS), системы управления производственными процессами на уровне цеха (MES), а также сенсоры и датчики. «Умная» фабрика базируется на технологиях цифровой фабрики.

Виртуальная фабрика расширяет и продолжает физическую производственную площадку, связывая ее с другими фабриками, если речь идет о нескольких площадках одного предприятия, а также с поставщиками и подрядчиками. Создается единое информационное поле, где каждый участник цепочки добавленной стоимости имеет доступ к самой актуальной информации. Это помогает сделать процесс более прозрачным, улучшить и ускорить коммуникацию, как между подразделениями предприятия, так и между подрядчиками.

В сравнении с традиционными производственными цепочками современные объекты промышленной инфраструктуры, использующие решения Фабрик будущего будут обладать следующими преимуществами, снимающими основные ограничения и барьеры развития производств в России:

- сокращение затрат на производство (до 50 %);
- сокращение времени производства (в среднем в 2—3 раза, в зависимости от типа, специализации производства);
- существенно сокращение времени выпуска готовой продукции на рынок (time-to-market);
- более простое прогнозирование и управление деятельностью предприятия;
- сокращение количества дефектной продукции на производстве;
- облегчение конструкций (до 50 % и более);
- повышение кастомизации (приспособленности к потребителю).

Данные эффекты обусловлены следующими решениями Фабрик будущего:

- цифровизация производственных процессов на уровне 90—95 %;
- безлюдное интеллектуальное производство, охватывающее не менее 50 % технологических операций;
- переход к виртуальному управлению цепочками поставок (использование Big Data и предиктивной аналитики);
- соединение больших программных пакетов в единую систему, обеспечивающую управление производством (CAD, CAM, CAE, CAO, PDM, PLM, HPC, MES, ERP и др.);
- внедрение технологий цифрового проектирования и моделирования, а также систем организации и управления предприятием в совокупности с промышленной сенсорикой и робототехникой;
- использование новых материалов.

Фабрики будущего генерируются, как правило, на испытательных полигонах — площадках для выбора, тестирования, верификации, валидации, демонстрации, комплексирования и последующего использования передовых производственных технологий при создании глобально конкурентоспособной продукции нового поколения.

В рамках дорожной карты «Технет» Национальной технологической инициативы, создан первый в стране испытательный полигон для генерации цифровых, «умных», виртуальных «Фабрик будущего» на базе Института передовых производственных технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

**Стратегия научно-технологического развития** Российской Федерации [13] определяет следующие приоритеты научно-технологического развития:

1) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

2) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки

углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

3) переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных);

4) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания;

5) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства;

6) связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;

7) возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

Указом Президента Российской Федерации № 203 от 9 мая 2017 г. была утверждена «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы» [14], одной из целей которой является формирование цифровой экономики, как одного из приоритетов национальных интересов.

Согласно Распоряжению Правительства РФ № 1632-р от 28.07.2017 г. была создана федеральная программа «**Цифровая экономика Российской Федерации**». Основными целями программы являются:

- увеличение внутренних затрат на развитие цифровой экономики за счет всех источников не менее чем в три раза по сравнению с 2017 годом;
- обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики;
- создание сквозных цифровых технологий преимущественно на основе отечественных разработок;
- создание комплексной системы финансирования проектов по разработке и (или) внедрению цифровых технологий и платформен-

ных решений, включающей в себя венчурное финансирование и иные институты развития;

- преобразование приоритетных отраслей экономики и социальной сферы: здравоохранение, образование, промышленность, сельское хозяйство, строительство, городское хозяйство, транспортную и энергетическую инфраструктуру, финансовые услуги, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений.

Для управления программой определены пять базовых направлений развития цифровой экономики в России на период до 2024 года: нормативное регулирование; кадры и образование; формирование исследовательских компетенций и технических заделов; информационная инфраструктура; информационная безопасность.

В рамках этой стратегии был утвержден федеральный проект «Цифровое государственное управление» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», а Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства получило поручение Президента РФ № Пр-1235 от 19.07.19 г. о переходе к системе управления жизненным циклом объектов капитального строительства путем внедрения информационного моделирования в целях модернизации строительной отрасли и повышения качества строительства.

Во исполнение поручения президента и в соответствии с мероприятием 6.01.021 «Создание системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства на основе технологий информационного моделирования» федерального проекта «Цифровое государственное управление» Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства подготовило законопроект «О внесении изменений в Градостроительный Кодекс Российской Федерации в части введения института информационного моделирования».

Также подготовлен перечень федеральных законов, нормативных правовых актов Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации и федеральных органов исполнительной власти, подлежащих признанию утратившими силу, приостановлению, изменению или принятию в связи с принятием проекта федерального закона «О внесении изменений в Градостроительный Кодекс Российской Федерации в части введения института информационного моделирования».

В Градостроительный кодекс (в редакции 151-ФЗ от 27.06.2019 г.) введено понятие «информационная модель» (п. 10.3 ст. 1) и дополнены процессы градостроительной деятельности требованиями к информационной модели. Также предусмотрено создание классификатора строительной информации и федеральной государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности. Таким образом, создана база для выстраивания процессов информационного



моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства (ОКС).

Информационная модель ОКС — совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об ОКС, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса ОКС. Таким образом, информационная модель должна использоваться на всем протяжении жизненного цикла ОКС.

В приложении 2 приведены законодательные акты по введению института информационного моделирования в строительстве. Этапы внедрения технологии информационного моделирования, подробно расписанные в плане мероприятий по цифровизации строительной отрасли (см. приложение 1), могут быть представлены укрупненно:

2018—2021 гг. — формирование нормативно-правовой базы внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с применением технологий информационного моделирования (направление 1);

2018—2021 гг. — разработка классификатора строительной информации и обеспечение его взаимоувязки с действующими международными, общероссийскими и ведомственными классификаторами (направление 2);

2018—2021 гг. — формирование методических и нормативно-технических основ управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного моделирования (направление 3);

2020—2024 гг. — внедрение современных технологий и платформенных решений, обеспечивающих поддержку бизнес-процессов, государственных функций и государственных услуг в рамках управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного моделирования (направление 4);

2020—2024 гг. — создание единой государственной отраслевой цифровой платформы управления жизненным циклом объектов капитального строительства, обеспечивающей накопление, хранение, анализ и обмен данными об объектах капитального строительства на протяжении всего жизненного цикла (направление 5);

2020—2024 гг. — апробация на инвестиционно-строительных проектах, реализуемых в пилотных субъектах Российской Федерации, внедряемых нормативно-технических требований и организационно-технологических решений (направление 6);

2019—2024 гг. — разработка и внедрение программ профессиональной подготовки специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве (направление 7).

Один из примеров цифровизации в строительстве связан с разработкой отраслевой цифровой платформы, в которую входят информационные ресурсы Минстроя России:

- АИС «Классификатор строительной информации»;
- АИС «Фонд цифровых нормативно-технических документов»;
- АИС «Автоматизированные проверки проектной документации»;
- АИС «Библиотека информационных моделей объектов повторного использования»;
- Единый государственный реестр заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства (ФГИС ЕГРЗ);
- Федеральная государственная информационная система ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС);
- Федеральная государственная информационная система ЖКХ (ФГИС ЖКХ);
- Библиотеки BIM компонентов и др.

В интегрирующую отраслевую цифровую платформу могут входить ресурсы других министерств и ведомств: Росреестр Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, ФГИС ТП Минэкономки России, информационные системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) и т. д.

Другой пример цифровизации в строительстве — это создание единой цифровой платформы в рамках Национального объединения строителей (НОСТРОЙ)<sup>1</sup>. Единое информационное пространство (ЕИП) строится на следующих принципах.

1. Цифровая площадка для всех участников строительного сообщества (личные кабинеты членов СРО, заказчиков, СРО, национального объединения, надзорных органов).

2. Интероперабельность. ЕИП — не единый программный продукт, а цифровая платформа для объединения различных информационных систем (ИС) с открытыми форматами данных и интерфейсами.

3. Взаимодействие всех участников с использованием электронного документооборота.

4. Формирование, хранение и учет документов в электронном виде.

5. Наполнение информационных моделей на этапе строительства.

6. Платформа для коллаборации. Обмен информацией между специалистами, участниками ЕИП, экспертное обсуждение и т. д.

ЕИП членов СРО, заказчиков, СРО, национального объединения, надзорных органов включает: личные кабинеты, реестры членов СРО; национальный реестр специалистов в области строительства; реестр

---

<sup>1</sup> Из материалов VII Международной конференции «Техническое регулирование в строительстве», г. Челябинск, 2—3 октября 2019 г.

сведений об обязательствах членов СРО; юридически значимый электронный документооборот; электронный архив документов. ЕИП обращается к открытым данным органов государственной власти, единой информационной системе в сфере закупок и ЭТП; автоматизированным сервисам по строительному контролю, исполнительной документации и т. п.

ЕИП дает ряд преимуществ для заказчиков строительства:

1) снижение рисков при выборе подрядных организаций, выполняющих капитальное строительство при реализации инвестиционных проектов, контроль исполнения договорных обязательств, в том числе строительный контроль;

2) наполнение информационной модели, электронный документооборот с подрядчиками и другими участниками ЕИП;

3) получение аналитики по подрядчикам, в т. ч. с учетом выполнения ими контрактов других заказчиков, возможность поиска подрядчиков;

4) снижение затрат за счет своевременного выполнения контрактов, мониторинга хода строительства, использование инструментария платформы в случае отсутствия собственных ИС и т. д.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Назовите основные направления Национальной технологической инициативы.

2. Какова роль «Цифровых фабрик» в развитии цифровой экономики?

3. Направления стратегии научно-технологического развития России.

4. Основные цели федеральной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

5. Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования в строительстве.

6. Что такое информационная модель объекта капитального строительства?

7. Какие ресурсы могут входить в интегрированную цифровую платформу Минстроя России?

8. Преимущества создания единой информационной платформы Национального объединения СРО строителей.

## **4. Строительные нормы и стандарты цифровых технологий**

В сфере строительства приняты строительные своды правил и государственные стандарты, направленные на развитие цифровых строительных технологий (Приложение 3). Многие из BIM стандартов России созданы на основе стандартов ИСО. Анализ стандартов показывает их достаточность для внедрения информационного моделирования в строительстве.

Система нормативных документов в области информационного моделирования включает 15 национальных стандартов (ГОСТ Р) и 10 сводов правил. Из них основополагающими являются 13 стандартов и 4 свода правил. Для различных стадий жизненного цикла приняты 2 национальных стандарта и 6 сводов правил. На 2019 год разработаны следующие документы:

ГОСТ Р 57309-2016 Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов;

ГОСТ Р 57310-2016 Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат;

ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации;

ГОСТ Р ИСО 12006-3-2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией;

ГОСТ Р ИСО 22263-2017 Моделирование информационное в строительстве. Структура управления проектной информацией;

ГОСТ Р 57563-2017 (ISO/TS 12911:2012) Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений;

ГОСТ Р 57311-2016 Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства;

СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами;

СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели;

СП 331.1311500.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах;

СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла;

ГОСТ Р (проект) Структуры данных электронных каталогов продукции для инженерных систем зданий. Часть 1. Понятия, архитектура и модель;

ГОСТ Р (проект) Организация информации об объектах капитального строительства. Информационный менеджмент в строительстве с использованием технологии информационного моделирования. Часть 1. Понятия и принципы;

ГОСТ Р (проект) Организация информации об объектах капитального строительства. Информационный менеджмент в строительстве с использованием технологии информационного моделирования. Часть 2. Стадия создания активов;

ГОСТ Р (проект) Моделирование информационное в строительстве. Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена информацией на всех этапах жизненного цикла. Основные положения;

СП (проект) Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования;

СП (проект) Информационное моделирование в строительстве. Правила применения в проектах повторного использования;

СП (проект) Информационное моделирование в строительстве. Требования к формированию информационных моделей объектов капитального строительства для эксплуатации многоквартирных домов, реализованных по проектам повторного использования.

Однако в России недостаточно нормативных документов, регулирующих разработку организационно-технологических решений на строительной площадке с использованием технологий информационного моделирования [13; 14]. В то время как в Финляндии, Новой Зеландии, Сингапуре, Канаде, США, Великобритании и других развитых странах существуют национальные BIM стандарты, предусматривающие разработку ППР строительным подрядчиком с использованием информационного моделирования [15—20]. По результатам анализа зарубежного опыта установлено, что наиболее подходящим для адаптации в России является BIM стандарт Финляндии [15].

В изданных в России сводах правил приводится определение цифровой информационной модели: объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов.

Часть необходимых документов из серии «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений» (ССИМЗС) находятся в процессе подготовки:

ГОСТ Р ИСО 29481-1 ССИМЗС. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 1. Методология и формат (взамен ГОСТ Р 57310-2016);

ГОСТ Р ИСО 29481-2 ССИМЗС. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 2. Структура взаимодействия;

ГОСТ Р ИСО 12006-2 ССИМЗС. Строительство зданий. Структура информации об объектах строительства. Часть 2. Основы классификации;

ГОСТ Р ИСО 12006-3 ССИМЗС. Строительство зданий. Структура информации об объектах строительства. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией.

Существует большое количество различных программ, позволяющих сформировать различные цифровые модели объекта. Перечень таких программ и их характеристика приведены в Приложении 4.

Большинство строительных организаций еще не освоили все возможности цифровых технологий. Переход к цифровым стандартам работы еще называют цифровой трансформацией или революцией. Компаниям опасно оставаться на месте в условиях конкурентной борьбы, нужно изменяться и трансформироваться. Цифровые технологии формируют новые бизнес-модели, новые рынки, новые возможности развития.

Тенденции изменений, связанные с необходимостью внедрения информационных технологий, таковы.

1. Границы отраслей размываются. Пересмотр бизнес-моделей и расширения сферы деятельности — не просто вопрос получения новых источников выручки. Например, ввод в бизнес-модель строительства банковского финансирования и контроля должен привести к гарантированности исполнения обязательств по строительству перед заказчиками и исключить такое негативное явление как обманутые дольщики.

2. Данные стали новым ключевым активом. Компании собирают данные, анализируют, получают новые знания, которые дают им преимущества по сравнению с конкурентами. Обладатели больших данных (Big Data) о потребителях активно их монетизируют (этим занимаются социальные сети, телеком-операторы и т. д.).

3. Используется естественный язык для взаимодействия с машиной. Машины стали понимать человеческую речь. В новом поколении ERP встроен цифровой помощник для управления системой голосом. Его можно попросить сделать отчет, предоставить определенную информацию, найти нужный документ и многое другое.

4. Клиенты теперь гораздо больше информированы о рынке, менее лояльны и не прощают ошибок, легко находят альтернативу, меняют поставщиков товаров и услуг на новых, более дружелюбных и удобных, и мгновенно забывают о старых. Это ставит более сложные задачи перед компаниями.

5. Развитие автоматизации во всех отраслях. Автоматизация позволяет повысить производительность, предупредить возможные аварии,

а при чрезвычайных происшествиях может помочь выводу людей из опасной зоны. Например, через законодательные нормы охранно-пожарная сигнализация стала обязательным атрибутом зданий.

6. «Умные» вещи, интернет вещей. Одно из направлений — проект умного дома, который может сам собирать данные с датчиков всех своих систем, анализировать их, пересылать собственнику. Человек на расстоянии может управлять инженерными системами, настраивая режимы онлайн. Умные вещи объединяются в умный дом, а умные дома и инфраструктура — в умный город (Smart city).

7. Облачные технологии. Сегодня облако становится главным способом передачи информации. Собираемая дронами или спутниками визуальная информация, например, фото- и видеосъемка лесных массивов или высоковольтных электрических сетей, обрабатывается облачными аналитическими системами, которые могут затем передавать команды ремонтным бригадам или пожарным службам.

8. Когнитивный искусственный интеллект будет встраиваться практически в каждый бизнес-процесс, автоматизируя все больше транзакционных задач и рутинных операций, оставляя сотрудникам ключевые вопросы бизнеса. Одно из первых его применений — подбор кадров.

9. Открытые архитектуры способствуют ускорению инноваций за счет более тесного сотрудничества профессионалов и легкой интеграции конечных продуктов.

Внедрение цифровых технологий ведет к существенным изменениям в компании. Такие изменения, связанные с внедрением цифровых технологий получили название цифровой трансформации. **Цифровая трансформация** — это изменение подхода к ведению бизнеса (бизнес-модели), за счет интеграции инновационных технологий во все аспекты бизнес-деятельности, требующее внесения коренных преобразований в технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг с целью обеспечения коммерческого успеха в условиях новой цифровой экономики. Это также построение совершенно новых бизнес-моделей работы, основанных на использовании компьютерных технологий, переходе от «малых данных» к «большим данным» и далее к «умным данным».

Цифровая трансформация тесно связана с развитием средств производства, вычислительных мощностей, информационных, цифровых технологий. Цифровая экономика определяется тремя ключевыми атрибутами: интенсивное использование цифровых технологий; новые способы ведения бизнеса; новая добавленная стоимость.

Решаемые задачи строительной отрасли при использовании цифровых технологий:

- контроль доставки грузов на стройплощадку и складирования;
- контроль движения исполнителей и машин по объекту строительства;

- контроль сроков, объемов и качества строительства;
- ведение исполнительной документации в электронном виде;
- автоматизированный строительный контроль;
- дистанционная диагностика машин и механизмов;
- дистанционное обслуживание инженерного оборудования здания;
- планирование ремонтов на основе непрерывного мониторинга;
- сбор данных по оборудованию во время эксплуатации сооружений.
- переход от продажи к сервисной модели, согласно которой оплачивается результат работы и фактическое использование строительного оборудования и техники.

Понятие цифровой трансформации тесно связано с развитием средств производства, информационных и цифровых технологий. Каждый из этапов этого развития характеризовался скачкообразным ростом возможностей соответствующих технологий и валового мирового продукта. Кроме того, каждый из этих этапов соответствовал различным подходам по обеспечению лидерства в конкурентной борьбе:

- по качеству (дифференциация, кастомизация продукта);
- по издержкам (операционная эффективность бизнес-процессов);
- по бизнес-моделям.

Назревает вопрос, какой будет следующий этап достижения лидерства. По мнению ряда экспертов, следующий шаг — конкуренция по модели принятия решений и скорости реакции на изменения внешних условий. Российский и мировой бизнес уже сейчас прекрасно понимает, что для достижения успеха и стабильности сегодня не достаточно работать «как раньше». Нужно искать новые пути получения выручки, мгновенно реагировать на изменения, постоянно меняться, быть динамичным.

Термин цифровая трансформация делает упор на технологические изменения, но фактически — это фундаментальное переосмысление модели организации (от бизнес-модели и бизнес-процессов до источников финансирования, инноваций и привлечения талантов), для которого цифровые технологии является лишь катализатором, а нецифровые аспекты становятся ключевыми, определяя успех реализуемых инноваций, перехода на новые бизнес-модели с увеличением скорости реакции на внешние изменения.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Какие типы документов входят в систему нормативных документов в области информационного моделирования?
2. Чему посвящены стандарты и своды правил в области информационного моделирования в строительстве?



3. Использован ли опыт других стран при разработке BIM стандартов?

4. Каковы основные тенденции изменений, связанные с необходимостью внедрения информационных технологий?

5. Какие задачи можно решить в строительной отрасли при использовании цифровых технологий?

## 5. Перспективы применения цифровых технологий

Согласно исследованиям компании Emerson (партнера ЮУрГУ), 65 % инвестпроектов имеют неудовлетворительный результат, заключающийся в превышении затрат и сроков реализации<sup>1</sup>. При этом компании и общество теряют 430 млрд долл. ежегодно. Например, госкорпорация Росатом, которая входит в семерку крупнейших компаний в России, имеет неутешительную статистику по задержкам строительства энергоблоков: от 20 до 100 % от проектного срока. Южнокорейский конкурент Росатома по этому показателю опережает Россию — задержки от 0 до 17 % (сравнение по шести реализованным проектам).

Повысить результативность позволяют цифровые технологии, которые являются основой индустрии 4.0 [3; 7; 11; 18]. По проведенным опросам компаний относительно цифровой трансформации производств: 78 % компаний имеют пилотные проекты такой трансформации, но лишь 20 % имеют четкие дорожные карты реализации.

Происходит постепенный переход от закрытых систем контроля процессов производства (Production Process Control, PPC) к открытым системам мониторинга производства и сотрудников по позициям надежности, безопасности и затрат энергии и пр. При этом сбор и передача данных ведется в реальном времени в удаленный центр управления данными. Анализ данных осуществляют с использованием традиционных экспертных систем, либо цифровых двойников (Digital Twins, DT), полностью копирующих работу процесса и оборудования.

**Цифровой двойник** обычно объединяет в себе модель процесса, системы контроля и 3D визуализацию. Такие кибер-физические системы (Cyber-physical System) предполагают физическое, математическое, геометрическое, поведенческое моделирование. С точки зрения IT-технологии цифровой двойник соединяет физический объект с его виртуальной копией при помощи передачи данных. Технология цифровых двойников (DT-технология) используется ведущими компаниями мира (Toyota, Siemens, Boeing, Lockheed, Airbus и т. д.), входящими в первый квартал компаний. Например, самолет Аэробус собирается по цифровой модели. В Китае тестируют системы цифровых цехов. В ЮУрГУ с использованием суперкомпьютера, который занимает 9-е место среди стран СНГ по вычислительной мощности, были созданы цифровые модели для исследования турбины самолета, дизельного ДВС, моста автомобиля КамАЗ, кристаллизатора, бронжилета, тележки для перевозки спутников, различных расходомеров и датчиков.

DT-технология названа одной из основных технологий умного производства (Smart Manufacturing) и индустрии 4.0 (Industry 4.0). Активное

<sup>1</sup> По материалам международной научной конференции «Цифровая индустрия: состояние и перспективы развития», г. Челябинск, 13—15 ноября 2018 г.

использование термина «кибер-физическая система» началось в рамках проекта немецкого правительства Industry 4.0 по компьютеризации промышленности. Кибер-физические системы относятся к четвертой промышленной революции. Первая промышленная революция состоялась благодаря паровому двигателю, резко увеличив производительность труда в XIX веке, вторая ознаменовалась массовым производством в начале XX века за счет использования электроэнергии. Третью революцию можно считать промежуточной и отнести к ней промышленных роботов и автоматизацию с начала 1970-х, соответственно четвертая промышленная революция означает появление полностью цифровой промышленности, основанной на проникновении информационных технологий в промышленность (упоминается также био- и нанотехнология, геновая инженерия).

Ключевыми технологическими тенденциями индустрии 4.0 и кибер-физических систем являются: большие данные; облачные вычисления; интернет вещей; информационная безопасность; дополненная реальность; моделирование и симуляторы; 3D-печать; автономные роботы.

Период с 2008 по 2009 год считают настоящим рождением Интернета вещей (Internet of Things, IoT), так как в эти годы количество устройств, подключенных к глобальной сети, превысило численность населения Земли, тем самым «Интернет людей» стал «интернетом вещей». Аналитики прогнозируют, что из приблизительно 28 млрд подключенных устройств по всему миру к 2021 году (другой прогноз — 50 млрд [16]), около 16 миллиардов будут связаны с IoT. Толчком для появления концепции стала технология RFID, средства автоматической идентификации (штрих-коды, Data Matrix, QR-коды) и определения местонахождения в режиме реального времени.

Строительное приложение «интернет вещей в здании» (BIIoT) является частью системы подключенного или умного дома (Smart House), концепция которого включает эффективное управление всеми инженерными системами в здании, системы безопасности и мониторинга (видеонаблюдение, контроль доступа, имитация присутствия, охранно-пожарная сигнализация, защита от протечек, удаленное информирование и пр.). В 2012 году компания Panasonic анонсировала производство систем управления энергией Smarthems, предназначенных для умных энергоэффективных домов. Переломный момент, когда свыше 50 % трафика по сети Интернет, поступающего в дома, приходится на приборы и устройства (а не на развлечения и общение), ожидается к 2025 году [18].

Российские ученые были первопроходцами во многих сферах технологий: космической и военной техники, лазеров, персональных компьютеров, сотовой связи и др. Еще в 1987 году в СССР была разработана система радиоэлектронного оснащения жилища «Сфинкс», по своей сути напоминающая идею современного умного дома.

Дальнейшее развитие — это концепция умного города (Smart City). Такие умные города будут осуществлять управление потоками энергии,

материалов, логистикой и дорожным движением. Прогрессивные города, такие как Сингапур и Барселона, уже внедряют различные услуги, основанные на сборе данных, включая интеллектуальные решения по парковке автомобилей, умные процессы сбора мусора и интеллектуальное освещение [18]. Среди отрицательных эффектов отмечают: тотальное наблюдение; риск коллапса в случае аварий энергоснабжения; повышенный уровень уязвимости к кибератакам.

В Москве строится квартал LIFE-Варшавская по архитектурному проекту японского бюро Nikken Sekkei. Проект включает три блока инноваций. Первый блок (Smart living) предполагает интеллектуальный контроль потребления энергоресурсов. В местах общего пользования устанавливаются светодиодные светильники. Предусмотрены насосы с частотным регулированием привода, лифты с функцией регенерации энергии, двухтрубная система отопления с возможностью поквартирного регулирования температуры. Устанавливаются энергоэффективные стеклопакеты с теплоотражающим покрытием, счетчики потребления тепла, воды и электричества с автоматическим съемом показаний.

Второй блок (Smart comfort) — это система безопасности: IP-видеонаблюдение, датчики движения, приборы контроля доступа, система оповещения при ЧС, бесплатный Wi-Fi, уличные зарядные USB-устройства. Третий блок (Smart environment) предусматривает набор решений, которые сделают жизнь людей более удобной и здоровой за счет применения экологичных материалов, высоких стандартов благоустройства. Комфорт обеспечен равным доступом к инфраструктуре в течение пяти минут ходьбы, прогулочной озелененной аллеей длиной около километра.

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) — воспринимаемая смешанная реальность, создаваемая дополнением с помощью компьютера различных элементов воспринимаемой реальности. Пространство между реальностью и виртуальностью разделяется, между ними расположены дополненная реальность (ближе к реальности) и дополненная виртуальность (ближе к виртуальности). Дополненная реальность — результат добавления мнимых объектов, воспринимаемых как элементы реального мира.

В 1968 году был создан первый шлем виртуальной реальности, который весил около 100 кг. Фильмы «Терминатор» (1984), «Матрица» (1999), «Первому игроку приготовиться» (2018) наглядно объяснили для обывателя идею виртуальной реальности (Virtual Reality, VR). Технологии VR/AR активно используются в военном деле, при трансляции спортивных состязаний, при создании фильмов, в изобразительном искусстве и литературе, при хирургических операциях, для ловли покемонов и инопланетян. Сегодня все крупные компании (например, Google, Microsoft, Canon) уже предложили AR-платформы для потребительского сектора. Эволюционно технологии развивались по линии:

реальный мир → дополненная реальность → виртуальная реальность → смешанная реальность (RW/AR/VR/MR).

В строительстве технология AR позволяет перенести процесс проектирования из офиса прямо на строительную площадку. Это особенно эффективно при реконструкции, когда необходимо без коллизий совместить новые элементы здания с существующими элементами. Вооружившись AR девайсом, проектировщик сделает чертеж трубопровода непосредственно на месте, в реальном помещении. При этом он увидит все коллизии в виде недопустимых пересечений, недостатка пространства, невозможности закрепления и пр. Коррекция проекта возможна в режиме онлайн, как и создание CAD-файла. Удаленный доступ к знаниям, чертежам, экспертам значительно снизит вероятность ошибки. Такая технология менее трудоемка, чем создание полной 3D модели объекта и проектирование в ней.

Теперь представим себе строителя будущего. В элементах умной одежды нагреваемый комбинезон, перчатки с системой обогрева рук, натальный компьютер, каска в виде шлема дополненной реальности, который можно переключить на полную виртуальную реальность. Если нужны тяжелые инструменты, передвижение по этажам — надеваем экзоскелет. Одежда снабжена системой контроля местоположения, параметров здоровья, сигнализацией на случай опасности. Контроль потоотделения выявит лентяев, сердцебиения — опасность.

Недостатки образования и плохая память успешно компенсированы девайсами дополненной реальности (визуальными интерфейсами, цифровидением). Перед глазами не только место, где устраивается перегородка или трубопровод, но и чертеж, краткая рабочая инструкция в картинках, оси выверки положения. Если нужно, обращаемся за советом к удаленному инженеру, включаем видеозапись или фотофиксацию, отправляем уведомление начальнику. Теперь приглашенный рабочий (гастарбайтер) работает не хуже опытного бригадира. Возникает закономерный вопрос — а робот не дешевле?

По законам развития технических систем строительный робот должен отличаться от «человеческого прототипа». Как на смену кирпичной кладке пришли индустриальные сборные и монолитные конструкции, так и строительной робототехнике будет применяться роботизация на основе новых технологических принципов строительства (без прямого копирования движений рабочего). Речь идет о рулонных, ниточных и порошковых технологиях, 3D-печати, аддитивных, природоподобных технологиях «выращивания» зданий и сооружений [7].

В начале 1980-х начали развиваться новые методы производства деталей, основанные не на удалении материала как в традиционных технологиях механической обработки, а на послыном изготовлении изделия по трехмерной модели за счет добавления материала в виде пластиковых, керамических, металлических порошков и их связки

термическим, диффузионным или клеевым методом. Группа этих технологий получила название аддитивное производство (Additive Manufacturing, AM). К настоящему времени технология позволяет получать металлические и неметаллические прототипы и функциональные изделия, которые не требуют механической пост-обработки. 3D-печать (3D printing) является разновидностью аддитивного производства и обычно относится к инструментам быстрого прототипирования.

3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания, «выращивания» твердого объекта. Печать ведут методом экструзии пластичного материала, фотополимеризации жидкого фотополимера, склеиванием, плавкой или спеканием слоя порошка, ламинированием отдельных слоев, проволоочной или струйной подачей.

Главные области применения — это авиация, космос, энергетика, медицина, строительство. В авиационной и космической отрасли 3D-печать позволяет снизить вес деталей без потери прочности, повысить надежность за счет объединения многих деталей в одну, оптимизировать форму. Большая часть деталей беспилотного самолета Polecat компании Lockheed была изготовлена методом скоростной трехмерной печати. Напечатанная из прозрачного полимера часть трансмиссии автомобиля позволила инженерам компании Porsche изучить движение масла до постановки на производство. В 2010 году канадец Джим Кор продемонстрировал легковой автомобиль, корпус которого полностью был изготовлен на трехмерном принтере, для которого потребовалось 2500 часов работы.

В медицине 3D-печать используют при протезировании и производстве имплантатов. Пять лет назад при помощи биопринтера из живых клеток напечатали ухо, почки, печень. В 2016 году в Сколково на российском 3D-принтере была напечатана щитовидная железа и успешно имплантирована в организм лабораторной мыши. Создана также искусственная сетчатка глаза крысы.

NASA занимается 3D-печатью еды для космонавтов. Уже созданы принтеры для печати пиццы, шоколада, сладостей, пасты. По двум фотографиям шефа вы можете напечатать макароны в виде его головы. 3D-печать позволяет перейти от массового производства к кастомизированному (индивидуальному), что особенно важно в изготовлении одежды и обуви. Есть технология печати скелета динозавра в натуральную величину. Планируется печать роботозавра массой 80 тонн.

В 2014 году шанхайская компания WinSun анонсировала сначала строительство десяти 3D-печатных домов, возведенных за 24 часа, а после напечатала пятиэтажный дом и особняк. Длина рабочей зоны 3D-принтера составляла 150, а ширина 10 метров. Принтер WinSun способен за несколько дней напечатать здание высотой 6 метров.

В Университете Южной Калифорнии прошли первые испытания гигантского 3D-принтера, который способен напечатать дом с общей площадью 250 м<sup>2</sup> за сутки. В 2015 году в рамках выставки «Станко-строение» были представлены российские разработки и промышленные образцы строительных 3D-принтеров.

В мае 2016 года состоялось открытие первого в мире здания, напечатанного на 3D-принтере — офиса Dubai Future Foundation. В феврале 2017 года первый дом, полностью напечатанный на 3D-принтере, создали в России, в подмосковном Ступино. Американская компания Apis Cor построила дом площадью 38 м<sup>2</sup> всего за сутки. По заявлению компании материал, использованный при строительстве, обладает долговечностью в 175 лет. Цена такого дома с коммуникациями составила около 10 тысяч долл.

Исследователи уже работают над технологией 4D, которая создаст новое поколение самоизменяющихся продуктов, способных реагировать на изменения окружающей среды, включая температуру и влажность, что особенно важно для одежды и обуви, имплантов, способных адаптироваться к организму человека.

Цифровые технологии находят все большее применение в строительстве. Одна из тем — проекты умный дом, умный город. На данные проекты предполагается потратить значительные суммы — миллиардные бюджеты. Но не всегда понятно зачем, и что это даст. Технологии могут использоваться для различных целей и приводить к разным результатам. Проекты типа «умного города» нуждаются в обосновании. В описаниях таких проектов нужно ответить на вопросы: срок окупаемости вложений, связь с качеством жизни населения, влияние на общество и экологию и т. д.

Необходимо понимать какие задачи могут быть решены цифровыми технологиями, как они могут быть использованы в системе города и в строительстве зданий. Использование цифровых технологий должны быть обоснованы не их возможностями, а потребностями общества, исходя из того, какие задачи они могут решить, какие проблемы, нежелательные эффекты могут устранить.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Назовите основные технологические новшества четвертой промышленной революции. Какие из них можно использовать в строительстве?
2. Как в строительстве могут быть использованы технологии дополненной и виртуальной реальности?
3. Каковы перспективы применения аддитивных технологий в строительстве?
4. Какие функции «умного» города можно автоматизировать?
5. Сформулируйте функции «умного» дома. В чем их отличие от функций обычного дома?

## **6. Программы автоматизированного проектирования**

Применение программ в системе автоматизированного проектирования является частью общемировой тенденции развития современных компьютерных цифровых технологий, внедряемых в проектирование, строительство и эксплуатацию.

Система автоматизированного проектирования (САПР) — это сложный комплекс технических, программных и других средств автоматизации деятельности проектирования. САПР является важным звеном в промышленном конструировании, широко используемым во многих отраслях, в том числе в автомобильной, судостроительной и аэрокосмической промышленности, промышленном и архитектурном проектировании и т. д. САПР также используется в создании компьютерной анимации для спецэффектов в фильмах, рекламных и технических материалах, часто называемых цифровым контентом. САПР стал основной движущей силой исследований в области вычислительной геометрии, компьютерной графики (как аппаратной, так и программной) и дискретной дифференциальной геометрии.

Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращение трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращение сроков проектирования;
- сокращение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путём:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

ГОСТ 23501.108-85 «Системы автоматизированного проектирования» устанавливает следующие признаки классификации САПР:



разновидность и сложность объекта проектирования; уровень и комплексность автоматизации проектирования; характер и количество выпускаемых документов; количество уровней в структуре технического обеспечения.

По целевому назначению различают САПР или подсистемы САПР, которые обеспечивают различные аспекты проектирования:

CAD (computer-aided design/drafting) — средства автоматизированного проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства САПР, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения;

CADD (computer-aided design and drafting) — проектирование и создание чертежей;

CAGD (computer-aided geometric design) — геометрическое моделирование;

CAE (computer-aided engineering) — средства автоматизации инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий;

CAA (computer-aided analysis) — подкласс средств CAE, используемых для компьютерного анализа;

CAM (computer-aided manufacturing) — средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем). Русским аналогом термина является АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства;

CAPP (computer-aided process planning) — средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем CAD и CAM.

Многие системы автоматизированного проектирования совмещают в себе решение задач, относящихся к различным аспектам проектирования CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Такие системы называют комплексными, или интегрированными.

Одна из ключевых тем развития САПР — *облачные вычисления*: удаленная работа с данными, размещенными на серверах, с различных устройств, имеющих выход в интернет. Возможны два варианта интеграции. В первом случае в облако переносится вся инфраструктура инженерных служб, и соответственно необходимость в инженерном ПО, установленном на рабочем месте, исчезает вовсе.

Во втором случае у конструктора по-прежнему остается графическая рабочая станция с установленной САПР, но при этом он получает из нее доступ к различным облачным сервисам, благодаря которым

можно решать задачи, требующие весьма существенных ресурсов (например, проводить прочностной анализ).

Осуществлять облачное взаимодействие возможно двумя способами: публично, когда доступ к серверу, расположенному у провайдера, открыт через интернет, и в частном порядке, когда сервер находится на предприятии и обращения к нему происходят по закрытой локальной сети. В России развитие облаков в области САПР сдерживается необходимостью соблюдать в очень многих проектах излишнюю секретность.

Следующая важная тенденция — *альтернативные операционные системы* (ОС). Еще несколько лет назад, когда заводились разговоры об альтернативе Microsoft Windows, речь, как правило, шла о Linux. Данная тема актуальна и сегодня: отечественная национальная программная платформа, по всей видимости, будет сделана на базе ядра Linux; к этой ОС растет интерес в области образования и в госструктурах (есть примеры успешного перехода). Можно говорить о существенном потенциале операционной системы Google Chrome OS. И здесь упомянутый тренд смыкается с облачным трендом ОС Google, который, как известно, не подразумевает установку приложений на локальном компьютере.

Немаловажную роль в продвижении этой ОС играет тенденция к уменьшению рыночной доли ПК. Очевидно, что если в облака перенести большинство громоздких и сложных вычислений, снижаются требования к аппаратному обеспечению и появляется возможность работать на любых устройствах. Например, на планшетах. В итоге разработчикам САПР-решений придется либо разрабатывать платформонезависимые решения (облачный вариант), либо делать их мультиплатформенными.

Следующая тема — архитектура ПК («железо»). Здесь все определяется неудовлетворенностью рынка решением и темпами развития монополиста — классической архитектурой Intel. Явно отмечается тренд на развитие архитектуры ARM. Ее сейчас поддерживает несколько производителей, среди которых одним из самых активных является компания Nvidia (Нвидиа). Пока данная архитектура активно применяется только в мобильных устройствах, но в ближайшее время, судя по всему, она перейдет и на стационарные ПК. Косвенно об этом свидетельствует тот факт, что будущая ОС Microsoft Windows-8 сможет работать и на ARM-архитектуре тоже (впервые не только на Intel). Наблюдается также перенос существенной части вычислений с центрального процессора на графическое ядро. Данная тема относится скорее к области параллельных вычислений.

*Рост рынка мобильных устройств:* в секторе САПР сегодня многие сотрудники являются мобильными, работают на выезде, на удаленных строительных объектах, перемещаются по стране, трудятся дома. Все это требует удобного мобильного устройства. За рубежом о том, что планшет скоро будет у каждого сотрудника инженерной службы,

сегодня говорят как о свершившемся факте. Уже появились привлекательные для разработчиков мобильные платформы IOS Apple и Android Google, а также существенное количество САПР-приложений под них.

Сейчас весьма сложно сказать, уйдут ли через десять лет из нашего арсенала клавиатура и мышь. Но интерфейсы, ориентированные на работу с мультитач-экранами набирают популярность. В мобильных устройствах они уже практически стали стандартом, но для массового перехода к подобным интерфейсам до сих пор не хватает технологической базы. Сейчас на рынке просто не существует достаточно больших мультитач-панелей с необходимым для САПР разрешением.

### **CAD-программы**

CAD-система (computer-aided design — компьютерная поддержка проектирования) — это система автоматизированного проектирования, предназначенная для выполнения проектных работ с применением компьютерной техники, а также позволяющая создавать конструкторскую и технологическую документацию на отдельные изделия, здания и сооружения.

Современные пакеты программного обеспечения для автоматизированного проектирования варьируются от 2D-векторных систем черчения до 3D-моделей твердого тела и поверхности. CAD пакеты также часто допускают вращение в трех измерениях, позволяя просматривать проектируемый объект под любым желаемым углом, даже изнутри наружу. Некоторые программы CAD способны к динамическому математическому моделированию. Технология CAD используется при проектировании инструментов и механизмов, а также при проектировании всех типов зданий, от небольших жилых домов до крупнейших коммерческих и промышленных сооружений (табл. 6.1).

Таблица 6.1

### **Примеры распространенных CAD-программ**

<b>Назначение</b>	<b>Программное обеспечение</b>
Предметное 3D-проектирование	AutoCAD, NanoCAD, Autodesk 3ds Max, Cinema 4D, Blender
Эскизное моделирование интерьера	Visicon, Sweet Home 3D, Sketch Up
Визуализация интерьеров и экстерьеров	Autodesk 3ds Max, Cinema 4D, Blender
Скульптурирование	Sculptris, Blender, Cinema 4D, Autodesk 3ds Max
Создание анимаций	Blender, Cinema 4D, Autodesk 3ds Max, IClone
Развлекательное моделирование	Lego Digital Designer, Sculptris, Paint3D

CAD в основном используется для детального проектирования 3D-моделей или 2D-чертежей физических компонентов, но он также используется на протяжении всего процесса проектирования — от концептуального проектирования и компоновки изделий до прочного и динамического анализа сборок и определения методов изготовления компонентов. CAD также можно использовать для проектирования таких объектов, как украшения, мебель, бытовая техника и т. д. Кроме того, многие приложения CAD теперь предлагают расширенные возможности рендеринга<sup>1</sup> и анимации, чтобы инженеры могли лучше визуализировать дизайн своих продуктов. 4D BIM — это тип виртуального инженерного моделирования строительства, включающий информацию о времени или расписании для управления проектом. CAD стал особенно важным в области компьютерных технологий с такими преимуществами, как более низкие затраты на разработку продукта и значительно сокращенный цикл проектирования. CAD позволяет дизайнерам планировать и разрабатывать проекты на экране, распечатывать их и сохранять для дальнейшего редактирования, экономя время на своих чертежах.

С помощью CAD-средств создается геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах САМ и на основе которой в системах САЕ формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

### **САЕ-системы**

САЕ (computer-aided engineering) — комплекс программных продуктов, которые способны дать характеристику того, как будет вести себя в реальности, разработанная на компьютере модель изделия (системы инженерного анализа). В своей работе они используют различные математические расчеты: метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объектов. При помощи САЕ программ инженер может оценить работоспособность изделия, не прибегая к значительным временным и денежным затратам (табл. 6.2).

С помощью САЕ можно проводить: прочностной анализ компонентов и узлов на основе метода конечных элементов; термический и гидродинамический анализ; кинематические исследования; моделирование таких процессов, как литье под давлением; оптимизацию продуктов или процессов.

В процессе развития САЕ разработчики стремятся увеличить их возможности и расширить сферы внедрения. Преследуются следующие цели:

- совершенствование методов решения междисциплинарных задач моделирования;

---

<sup>1</sup> Отрисовка (англ. rendering — визуализация) — термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы.

Таблица 6.2

**Классификация CAE-систем**

<b>Назначение системы</b>	<b>Программное обеспечение</b>
1. Системы полнофункционального инженерного анализа, обладающие мощными средствами, большими хранилищами типов для сеток конечных элементов, а также всевозможных физических процессов. В них предусмотрены собственные средства моделирования геометрии, есть возможность импорта через промышленные стандарты. Полнофункциональные CAE-системы лишены ассоциативной связи с CAD — если в процессе подсчета появляется необходимость изменить геометрию, то пользователю придется заново производить импорт геометрии и вводить данные для расчета.	ANSYS/Multiphysics, NASTRAN, MSC.NASTRAN.
2. Системы инженерного анализа, встроенные в тяжелые САПР, имеют значительно менее мощные средства анализа, но они ассоциативны с геометрией, поэтому отслеживают изменения модели. Расчетные данные структурированы и интегрированы в общую систему проектирования тяжелой САПР.	Pro/MECHANICA для Pro/ENGINEER, Unigraphics NX CAE для Unigraphics NX, Extensive Digital Validation (CAE) для I-deas, Catia CAE для CATIA.
3. Системы инженерного анализа среднего уровня не имеют мощных расчетных возможностей и хранят данные в собственных форматах. Включают в состав встраиваемый интерфейс в CAD-системы или считывают геометрию из CAD.	COSMOS/Works, COSMOS/Motion, COSMOS/FloWorks для SolidWorks, visualNastran Procion.

- разработка новых платформ для интеграции различных систем CAE, а также для интеграции CAE-систем в PLM-решения;
- повышение интероперабельности<sup>1</sup> CAE и CAD систем;
- совершенствование методов построения расчетных сеток, описания граничных условий, параллельных вычисление и т.д.;
- улучшение характеристик моделей, которые применяются для описания свойств материалов;
- оптимизация систем CAE для компьютерных платформ с 64-битными и многоядерными процессорами, а тем самым улучшение условий для моделирования сложных конструкций с большим количеством степеней свободы.

<sup>1</sup> Интероперабельность (англ. interoperability — способность к взаимодействию) — это способность продукта или системы, интерфейсы которых полностью открыты, взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа и реализации.

Краткая характеристика некоторых наиболее распространённых САЕ-систем:

- T-FLEX Анализ — универсальная система конечно-элементного (КЭ) анализа с встроенным пре-/постпроцессором;
- APM WinMachine 2010 — отечественная универсальная система для проектирования и расчета в области машиностроения;
- APM Civil Engineering 2010 — отечественная универсальная система КЭ анализа с встроенным пре-/постпроцессором для проектирования и расчета металлических, железобетонных, армокаменных и деревянных конструкций;
- ANSYS — универсальная программа КЭ анализа систем с встроенным пре-/постпроцессором;
- MSC.Nastran — универсальная программа КЭ анализа систем с пре-/постпроцессором MSC.Patran;
- ABAQUS — универсальная программа КЭ анализа систем с встроенным пре-/постпроцессором;
- FIDESYS — универсальная программа КЭ анализа систем с встроенным пре-/постпроцессором, предназначенная для решения статических и динамических задач прочности при конечных деформациях с использованием метода конечных элементов (МКЭ), метода спектральных элементов (МСЭ), разрывного метода Галеркина (DG);
- NEiNastran — универсальная программа КЭ анализа систем с пре-/постпроцессором;
- NX Nastran — универсальная программа КЭ анализа;
- SAMCEF — универсальная программа КЭ анализа систем с пре-/постпроцессором SAMCEF Field;
- OpenFOAM — свободно-распространяемая универсальная программа пространственного моделирования механики сплошных сред (МСС) методом конечных объемов (МКО);
- SALOME — платформа для проведения расчётов МСС (подготовка данных, мониторинг расчёта, визуализация и анализ результатов);
- CAELinux — дистрибутив операционной системы Linux, включающий в себя ряд свободных САЕ-программ, в том числе OpenFOAM и SALOME;
- STAR-CD — универсальная система для анализа МКО анализа с пре-/постпроцессором;
- STAR-CCM+ — универсальная программа для анализа МКО с пре-/постпроцессором;
- ADAMS — система моделирования и расчёта многотельной динамики;
- UM (Универсальный механизм) — программный комплекс, предназначенный для моделирования динамики и кинематики плоских и пространственных механических систем;

- EULER (Эйлер) — программный комплекс автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем;
- ФРУНД — комплекс моделирования динамики систем твёрдых и упругих тел;
- Femap — независимый от САПР пре- и постпроцессор для проведения инженерного анализа методом конечных элементов;
- FEM-models — программный комплекс для моделирования и анализа методом конечных элементов. Специализация программы — геотехнические расчеты, совместные расчеты систем здание-основание.

Развитие систем автоматизированного проектирования заключается в совершенствовании методов решения междисциплинарных задач моделирования; повышении интероперабельности CAE и CAD систем; оптимизации систем CAE для компьютерных платформ с 64-битными и многоядерными процессорами; внедрении комплексных систем информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла продукта.

### **Комплексные системы BIM-моделирования**

Толчком для развития BIM (Building Information Model) в России послужила директивная постановка задачи внедрения информационных технологий в строительстве — утверждение Указом Президента РФ № 203 от 09.05.2017 г. «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы» и «Плана мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства».

Требования к BIM-решениям на стадии проектирования и строительства были перечислены в разделе 2. BIM-технологии должны предусматривать не только 3D-моделирование, но и временные, ресурсные и эксплуатационные параметры. n-D-модель является продолжением информационной 3D модели здания, которая включает всю проектную информацию, необходимую на каждом этапе жизненного цикла строительного объекта. Таким образом, информационная модель здания представляет собой базу данных компьютерной модели, которая может также содержать информацию о строительных процессах, управлении, эксплуатации и техническом обслуживании. Из этой базы данных автоматически могут быть сгенерированы различные информативные виды, варианты представления, соответствующие традиционной проектной документации: планы, разрезы, фасады и графики. Поскольку документы получены из одной и той же базы данных, все они скоординированы и точны — любые конструктивные изменения, сделанные в модели, автоматически отразятся в запрашиваемых чертежах, обеспечивая

полный и последовательный набор документации. n-D моделирование основывается на концепции 2D, 3D и 4D, но открывает более широкие возможности. Так на сегодняшний момент активно внедряются 5D и 6D BIM-технологии.

На сегодня многомерное BIM-моделирование включает:

1) прогнозирование и планирование процесса строительства (4D):

3D BIM + время/график = 4D BIM;

2) определение вариантов расходов (5D):

4D BIM + деньги/стоимость = 5D BIM;

3) накопление информации о здании в проекте строительства и определение потребности в техническом обслуживании (6D):

5D BIM + «как построено»/жизненный цикл = 6D BIM.

Проведем анализ предлагаемых решений САПР, позиционируемых как BIM-решения (анализ выполнен З.У. Кужаковой).

#### *Программное обеспечение 3D моделирования.*

**ArchiCAD** — программа изначально была разработана для архитекторов, поэтому ее функционал обеспечивает эффективную работу при разработке архитектурной части, получение качественной визуализации. Работа по разработке общестроительной части возможна, но ее эффективность значительно уступает другим специализированным программам. Разработка инженерных сетей очень трудоемка на данный момент.

Выполнение смежных разделов возможно, но слишком трудозатратно: максимум ручного труда с минимумом автоматизации. Не имеет возможностей автоматической проверки ошибок и пересечений, все устраняется вручную.

**Tekla Structures** — это BIM-решение для конструкторов хорошо решает задачи, связанные с металлоконструкциями, несколько хуже — с железобетонными конструкциями и не предназначен для проектирования деревянных конструкций. Решение отличается возможностью работать с проектами больших размеров, имеются большая база типовых узлов и инструменты создания собственных типовых решений, средства компоновки и выпуска документации (КМД), возможны интеграция со станками с ЧПУ и огромное число автоматизированных функций, «заточенных» под задачи конструкторов.

Но Tekla Structures не выполняет прочностные расчеты, сконцентрировавшись на построении физической модели проекта. Выполнение смежных разделов возможно, но слишком трудозатратно. Не имеет возможностей автоматической проверки ошибок и пересечений, все устраняется вручную.

**MagiCAD** — это инструмент для инженеров, базирующийся на платформе AutoCAD. Он позволяет строить трехмерную модель, производить инженерные расчеты, собирать спецификации и получать



отличные результаты в кратчайшие сроки. Продукт состоит из модулей, которые закрывают (по описанию) инженерные разделы, наибольшей популярностью у инженеров пользуются модули, связанные с отоплением, вентиляцией и кондиционированием. Кроме того, данным решением можно закрыть проектирование наружных сетей тепло-, газо-, водоснабжение (в меньшей степени). Проводная часть — электрика, телефония, интернет, системы сигнализации, доступа и т. п. — реализована в разы хуже.

Минусы MagiCAD заключаются в высокой цене, плохой привязкой к российским стандартам оформления и необходимостью создания полноценной трехмерной модели на самых ранних этапах проектирования (российские инженеры начинают с проработки принципиальных схем инженерной системы). Не имеет возможностей автоматической проверки ошибок и пересечений, все устраняется вручную.

**Allplan** — программа концерна Nemetschek изначально создавалась для разработки проектов строительных конструкций. После была предпринята попытка добавить возможности выполнения в этой программе остальных разделов. Выполнение архитектурной части и инженерных сетей реализуется с большими усилиями. Освоение программы доступное, интерфейс удобный.

Среди недостатков отмечают слабую MEP часть (инженерные системы), включая отсутствие расчетов, а также довольно узкое распространение. Не имеет возможностей автоматической проверки ошибок и пересечений, все устраняется вручную.

**Renga.** В конце 2014 года российская компания АСКОН выпустила решение Renga. Программу начали разрабатывать в связи с политикой импортозамещения. Программа изначально задумана для реализации BIM-подхода. На данный момент решение скорее предназначено для концептуальной проработки архитектурной части проекта.

Программа еще сырая, требуется ее развитие для полноценного программного обеспечения по технологии BIM. Не обеспечивает выполнение новых требований к информационному моделированию на всем протяжении жизненного цикла объекта.

С точки зрения новых требований к информационному моделированию на всем протяжении жизненного цикла объекта ПО ArchiCAD, Tekla Structures, MagiCAD, Allplan и Renga требуют существенной доработки программного обеспечения.

**Revit Autodesk** появился в 2004 году, и некоторое время поставлялся в трех отдельных вариантах (Architecture, Structure, MEP). Считается, что компания Autodesk ввела в наш лексикон маркетинговый термин «BIM». Сейчас это одно решение с различными настройками в составе комплекта Building Design Suite. Самая сильная сторона Revit — это возможности разработки строительных конструкций. В ПО применяется ряд интересных технологий, которые позволяют постро-

ить аналитическую модель, совмещенную с физической, реализованы инструменты как для проектирования металлоконструкций (КМ), так и для железобетонных изделий. Второй по функциональности раздел Revit — это архитектурная часть. Реализован механизм построения концептуальных моделей, моделирования свободных форм и параметрического моделирования.

Самый неразвитый раздел Revit — инженерная часть (MEP). Функционал позволяет создать трехмерную модель какого-либо инженерного раздела, используя Revit как моделирующий инструмент, но эта модель совершенно не зависит от расчетов, влияние одних объектов на другие — минимально, а библиотека объектов достаточно слаба.

Основное преимущество платформы Revit в том, что между архитектурной, конструкторской и инженерной моделями используется общий формат данных (формат RVT), поэтому появляется возможность без особых усилий собрать единую BIM-модель проекта и визуализировать ее с высокой степенью детализации. Часто этим пользуются для финальной проверки и согласования проекта. Данную возможность Revit применяют для контроля проекта: на определенных этапах у подрядной организации можно заказать воссоздание трехмерной BIM-модели по текущей документации проекта и проверить на ней ошибки, допущенные при использовании классического проектирования. Наличие единой модели повышает доверие к проекту (с высокой долей вероятности можно установить, что проект проработан точно), позволяет создавать огромное количество эффектных презентационных материалов.

Среди недостатков ПО Revit отмечают следующие. После неоднократных попыток интегрировать Revit с расчетными программами SCAD, Лира, Robot, SOFiStiK, стабильно работающего решения по выполнению расчетных конструкторских задач до сих пор нет.

На практике остается необходимость проработки 2D-видов (оформление проектной документации для экспертизы, рабочей документации, узлов, типовых решений, немоделируемых участков и т. д.). Задача 2D-редактора перекладывается на AutoCAD, поставляющийся в комплекте с Revit, то есть к базовому BIM-решению добавляется еще один программный продукт. Самая принципиальная проблема — точное соответствие трехмерной модели и представленных 2D-видов.

Revit менее удобный инструмент для архитекторов, чем, например, ArchiCAD. Revit до сих пор не строит аксонометрические схемы (как все западные продукты он предлагает изометрию), принципиальные схемы, спецификации, формируемые по российским стандартам. Revit не строит спецификации, можно создавать их путем наложения нескольких таблиц одна на другую.

Отсутствие автоматизации при изменениях в проекте. Если проект сильно поменяется, то таблицы «разъезжаются», схемы переделываются,

расчеты пересчитываются отдельно с большой долей ручного труда — это не BIM-подход.

Отсутствие инженерных расчетов в Revit MEP, необходимо использовать сторонние модули.

На практике часто модель строят для того, чтобы проверить разработанный «классическим» способом проект, чем изначально проектировать инженерную часть в полном объеме в среде Revit. С точки зрения новых требований к информационному моделированию на всем протяжении жизненного цикла объекта программа требует доработки программного обеспечения.

*Программное обеспечение с использованием 4D технологии (3D плюс проектирование во времени план-графика строительства).*

**Navisworks** — программа от компании Autodesk для архитектурного и конструктивного проектирования с возможностью полного управления результатами. Проверка модели и данных с передачей всем участникам процесса проектирования. Наличие приложения для мобильных устройств для использования на строительной площадке.

Решаемые задачи: создание общей модели на этапе проектирования; проверка пересечений и коллизий, управление ими; создание поправок и перенос для итога; создание 4D-модели; способность видеть конструкции объекта по информации со строительной площадки (с опережением или запаздыванием).

Недостатками являются высокие требования к операционной системе и системному оборудованию, высокая стоимость, сложность в освоении, неудобная навигация. Как и все ПО имеет свои недоработки и нуждается в приспособлении к российским реалиям.

**Synchro** — решения британской компании Bentley System для синхронизации пространственной модели объекта с графиком производства работ. В результате модель содержит информацию о продолжительности работ, рабочей силе, строительном оборудовании, стоимости строительных и монтажных работ и пр. Наличие приложения для мобильных устройств для использования на строительной площадке.

Решаемые задачи: создание общей модели на этапе проектирования; проверка пересечений и коллизий, управление ими; создание поправок и перенос для финализации; создание 4D-модели (план-рафиков); способность видеть конструкции объекта по информации со строительной площадки (с опережением или запаздыванием); моделирование логистики строительной площадки с рациональным использованием территории; распределение фронта работ, рабочих мест, рабочих бригад для исключения пересечений и перегрузки на определенной секции; визуальное моделирование рабочих процессов; визуальное сравнение организационных и технологических решений.

Среди недостатков отмечаются высокие требования к операционной системе и системному оборудованию, высокая стоимость, сложность в освоении.

**Somoks.smr** — российская технология АО «НЕОЛАНТ» для автоматизации процессов планирования, управления и контроля строительных работ с привязкой к календарно-сетевому графику, предназначенный для эффективного 2D—6D планирования и строительства промышленных и гражданских объектов любой сложности. Наличие приложения для мобильных устройств при использовании на строительной площадке.

Решаемые задачи: создание общей модели на этапе проектирования; проверка пересечений и коллизий, управление ими; создание поправок и перенос для финализации; создание и передача ежедневной/еженедельной базы данных, и рассылка заинтересованным участникам; создание 4D-модели; способность видеть конструкции объекта по информации со строительной площадки (с опережением или запаздыванием)

Недостатки: нет объективного описания программы с реальными данными, кроме рекламного освещения, продвигаемого на различных уровнях отечественного продукта; нет достаточного практического опыта использования, кроме экспериментального.

С учетом новых требований к информационному моделированию BIM проекта необходима существенная доработка САПР уже применяемых в этой программных продуктов: ArchiCAD, Revit, Tekla и Renga. Внедрение новых более совершенных программных комплексов требует изучения рынка и ситуации в целом, существенных финансовых вложений, переобучения персонала.

Отвечающим современным требованиям BIM проекта в большей степени считается Synchro, но при выборе стратегии перехода на этот программный комплекс, с одной стороны, будет происходить развитие российского строительного комплекса в соответствии с мировыми тенденциями, но, с другой стороны, — получаем зависимость от иностранного продукта, рискованную в условиях политической обстановки и регулярных санкций в отношении России.

Применение отечественных разработок позволит развить российскую IT-отрасль, но работа в замкнутой системе при отсутствии возможности импорта и синхронизации с наиболее ведущими программами разработок 3D-моделей в общих форматах — это риск деградации самой идеи информационного моделирования в рамках глобализации. В любом случае, рынок спроса и требований сформирован, осталось дождаться адекватных по ценам и возможностям предложений от компаний-разработчиков САПР.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Перечислите модификации программ САПР.
2. Основные тенденции развития САПР.
3. Для чего предназначены САД-программы?
4. Назначение САЕ-систем.
5. Развитие 4D, 5D и 6D-моделирования технологии BIM.
6. Какие программы для BIM-моделирования получили наибольшее развитие?
7. Программы BIM для 4D-моделирования.
8. Какие программы в большей мере соответствуют идеологии BIM?

## 7. BIM-технологии в организации и технологии строительства

Цифровые технологии могут оказать существенное влияние на процессы строительства. Побочным результатом может быть нарушение чьих-то интересов, поэтому возможно неполное использование цифровых технологий и/или длительные задержки при внедрении. Но в целом демократизация данных о проекте позволяет улучшить взаимодействие всех участников инвестиционно-строительного проекта, уйти от бумажного документооборота.

Преимущества BIM-технологий для проектировщиков — это оптимизация проектных решений методом вариантного проектирования, повышение качества проектов, снижение трудозатрат. В производстве BIM-технологии позволили ввести индивидуальное индустриальное строительство, тогда как ранее индустриальное домостроение было связано только с типовыми сериями и каталогами стандартизированных изделий [5].

На этапе строительства BIM-технологии затрагивают следующие виды деятельности: планирование работ и управление работами; поставки материалов, оборудования и комплектующих; выполнение строительно-монтажных работ; проведение приемно-сдаточных мероприятий; документирование работ.

Введение штрих-кодирования, GPS и BIM на строительной площадке позволяют в динамике отслеживать график поставок материалов, статус изделий, механизмов и исполнителей на каждом этапе технологической цепочки, снижая тем самым риск ошибок, срывов сроков и травматизма. Мобильные приложения BIM-программ позволяют легко справляться с коллизиями на строительной площадке.

Штрих-кодирование RFID-метками строительных материалов и изделий, механизмов и рабочих позволяет решить следующие задачи:

- автоматизация складского хозяйства;
- логистика и управление цепочками поставок в режиме онлайн;
- идентификация движения техники в реальном масштабе и времени;
- автоматизация идентификации на монтаже конструкций.

Практика внедрения цифровых технологий рекомендует следующий подход: рассматривается процесс, затем оценивается, как могут быть использованы цифровые технологии в данном процессе. Рассмотрим это на примере традиционного процесса строительства жилого дома (схема составлена студенткой Е. В. Забоиной, рис. 7.1). На практике большинство операций и процедур, указанных на рис. 7.1, выполняется вручную, неэффективны по трудозатратам, подвержены человеческим ошибкам. Цифровизация может существенно сократить время выполнения многих процессов, повысить их качество и дать неожиданные положительные эффекты (табл. 7.1).

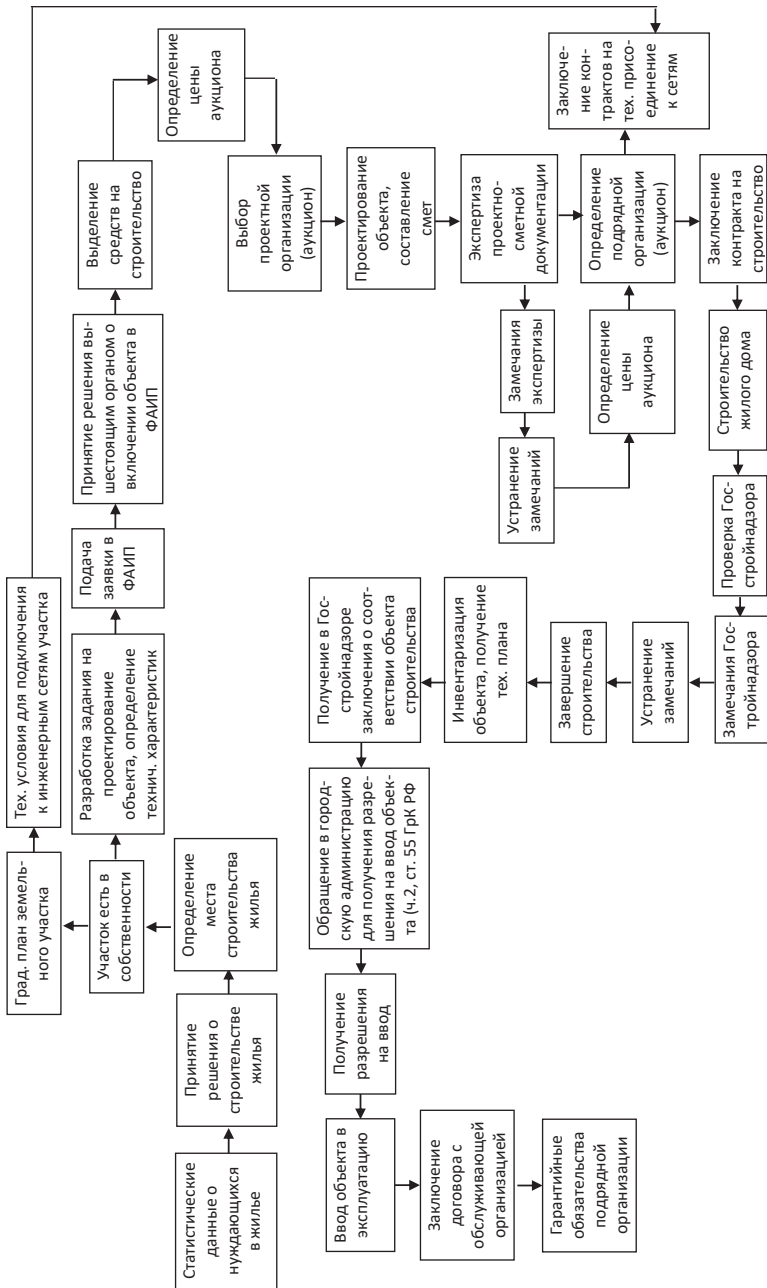


Рис. 7.1 Примерная схема процессов строительства жилого дома при бюджетном финансировании

Таблица 7.1

<b>Процессы строительства</b>	<b>Задачи, решаемые цифровыми технологиями</b>
1. Формирование данных о нуждающихся в жилье. Расчет необходимого объема строительства	Автоматический учет всех нуждающихся и формирование прогноза изменения количества нуждающихся в жилье. Расчет необходимого количества жилплощади и требуемых характеристик жилья
2. Принятие решения о строительстве	Определение источника финансирования, сокращение затрат времени
3. Определение места строительства	Оптимизация подбора места строительства
4. Разработка задания на проектирование объекта (определение технических характеристик объекта)	Использование актуальных нормативов, современных материалов и технологий. Сокращение времени и согласований с использованием ИСОГД
5. Подача заявки в ФАИП (Федеральная адресная инвестиционная программа)	Сокращение времени, упрощение документации
6. Принятие решения вышестоящим органом о внесении объекта в ФАИП	Сокращение времени и согласований
7. Выделение средств на строительство	Сокращение затрат времени, оптимизация бюджета
8. Определение начальной максимальной цены аукциона проектно-изыскательских работ	Сравнительный цифровой анализ цен разных регионов позволит исключить завышение цены
9. Выбор проектной организации для проектирования (аукцион)	Информирование большего количества организаций для участия в аукционе. Автоматизированный анализ информации, например, в ГИС НОПРИЗ
10. Проектирование объекта, составление смет	Сокращение сроков, снижение количества ошибок. Формирование документации в электронном виде
11. Экспертиза проектно-сметной документации	Сокращение сроков. Сокращение числа замечаний и изменений к проектной и рабочей документации. Использование ФГИС ЕГРЗ
12. Определение цены аукциона для заключения контракта на строительство	Дополнительный анализ статистических данных позволит установить цену без завышения с использованием ФГИС ЦС



<b>Процессы строительства</b>	<b>Задачи, решаемые цифровыми технологиями</b>
13. Определение подрядной организации (аукцион)	Возможность предварительной квалификации участников по данным различных ГИС, например, НОСТРОЯ или СРО
14. Заключение контракта на строительство	Ввод в контракт условий электронного учета работ и их оперативной цифровой диагностики позволит создать условия для выявления несоответствий при строительстве, отклонений от сроков строительства
15. Строительство жилого дома	Цифровой контроль за строительными работами позволит улучшить качество работ при сокращении сроков строительства. Использование мобильных приложений поможет в разрешении коллизий, отклонений от проекта. Автоматизация ведения исполнительной документации
16. Проверка гостройнадзора	Сокращение срока проверки. Электронный документооборот
17. Завершение строительства	Повышение качества строительства. Получение цифровых моделей объекта строительства в понятной форме для собственника, эксплуатирующей организации, что позволит снизить издержки эксплуатации
18. Инвентаризация объекта, получение техплана	Сокращение сроков
19. Получение в госстройнадзоре заключения о соответствии объекта строительства (ЗОС)	Сокращение сроков. Электронный документооборот
20. Получение разрешения на ввод объекта в эксплуатацию	Сокращение сроков разрешения. Электронный документооборот
21. Ввод объекта в эксплуатацию	Сокращение сроков, наличие препятствий для коррупционных схем
22. Заключение договора с обслуживающей организацией	Возможность проведения аукциона и выбора лучшей эксплуатирующей организации. Цифровой учет эксплуатационных затрат положительно влияет на уровень недобросовестности ресурсоснабжающих организаций

<b>Процессы строительства</b>	<b>Задачи, решаемые цифровыми технологиями</b>
23. Гарантийные обязательства подрядной организации	Снижение затрат подрядчика за счет уменьшения претензий по гарантии
24. Эксплуатация объекта строительства	Цифровой учет обслуживания и ремонтов, выявление недостатков эксплуатации. Собранная информация может использоваться для проектирования других объектов

Building Information Modeling (BIM), в России также известный как ТИМ (технология информационного моделирования) — это технологический процесс, используемый в архитектурно-строительном проектировании и строительстве для разработки и применения многомерной цифровой модели строящегося, а также законченного сооружения, в целях организации, хранения и использования данных для различных целей на всех стадиях жизненного цикла объекта.

Жизненный цикл здания и сооружения — период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения (рис. 7.2).

По аналогии со строением атома ядром является информация, процесс обработки, субъекты (люди, технологии и правила обмена данными) и объекты — можно представить элементами взаимодействия между положительно заряженным ядром и отрицательно заряженными электронами. Соединения же атомов представляются, как различные стадии жизненного цикла объекта. Из атомарной аналогии можно сделать вывод, что стадии жизненного цикла неразрывно связаны между собой, а организационно-технологические решения для стадии строительства, в свою очередь, связаны, как с этапами обоснования инвестиций и проектирования (принимаются методы монтажа конструкций, определяются сроки строительства), так и с эксплуатацией (стадийность ввода в эксплуатацию, возможность производства ремонтных работ или реконструкций без влияния на безопасность технологических процессов).

К организационно-технологической документации в соответствии с СП 48.13330 относится проект производства работ (ППР), содержащий решения по технологии строительно-монтажных работ и организации производства на площадке. Выбор решений по организации строительства следует осуществлять на основе вариантной проработки с широким применением методов критериальной оценки, методов моделирования и современных компьютерных комплексов. BIM является



Рис. 7.2. Блок-схема жизненного цикла строительного объекта

технологией, позволяющей удовлетворять данные требования в виде цифрового проекта производства работ (ЦППР).

Для технического регулирования BIM на всех стадиях ЖЦ объекта, основываясь на зарубежном опыте, разработаны и утверждены для применения на территории РФ 15 национальных стандартов (ГОСТ Р) и 10 сводов правил (СП). В ближайшее время к утверждению будут представлены еще ряд нормативных документов. Общие подходы к формированию информационных моделей обеспечат простоту их использования и повысят эффективность процесса информационного моделирования.

К примеру, СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» вступил в силу с 19 марта 2018 года и содержит требования к информационным моделям объектов массового строительства и их разработке на различных стадиях жизненного цикла, направленные на повышение обоснованности

и качества проектных решений, повышение уровня безопасности при строительстве и эксплуатации.

В частности, данным документом установлено, что для разработки цифрового проекта производства работ (ЦППР) необходима модель возводимого объекта и модель строительной площадки (рис. 7.3). Модель объекта для ППР должна содержать основные элементы здания: фундаменты, стены, перекрытия, балки, крышу, перегородки, лестницы, окна, двери, инженерные системы и оборудование. Причем все названные элементы должны иметь габаритные размеры, соответствующие фактическим и должны быть смоделированы по каждому уровню или этажу отдельно.

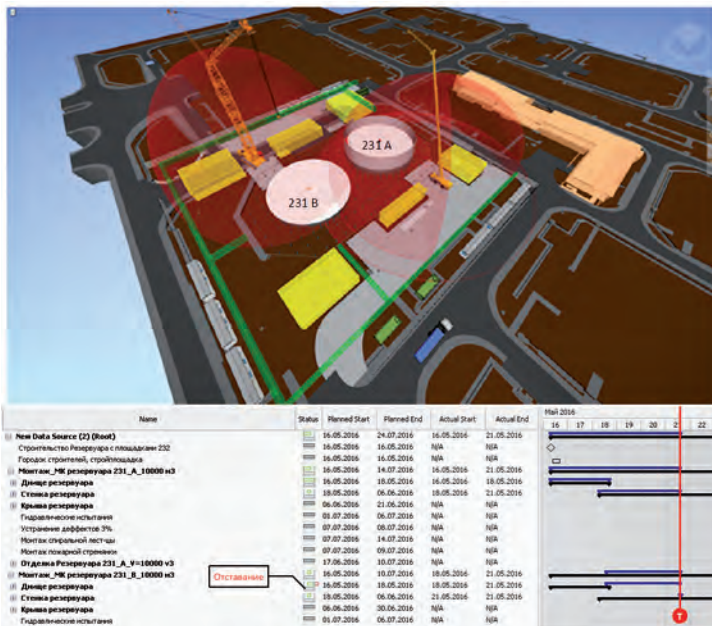


Рис. 7.3. Пример ЦППР «Возведение стальных вертикальных резервуаров»

Модель строительной площадки в зависимости от решаемых задач включает: рельеф местности до проведения подготовительных работ, котлован и движение земляных масс нулевого цикла, временные здания и сооружения, основные типы монтажных и грузоподъемных механизмов, временные дороги и сети, ограждения, внешние инженерные сети, в том числе подлежащие выносу, временные и вновь сооружаемые постоянные.

С разработкой цифровых проектов производства работ по требованиям новых регламентов, удается:

- повысить производительность работы проектировщиков за счет применения сквозного проектирования: расчетная схема связана с методами возведения, а технология работ — с объемами работ. Замена строительного механизма отражает последствия на ЦППР, что дает возможность применять вариантную проработку методов возведения и средства оптимизации технологических процессов;
- автоматизировать проверки отсутствия противоречий между принятыми в проекте решениями и реализуемыми в ходе строительства. Контроль за соблюдением требований стройгенплана в динамическом режиме. Контроль соответствия последовательности возведения принятым конструктивным решениям. Как результат, исполнительная информационная модель готова сразу по завершению строительных работ;
- повысить надежность и безопасность СМР за счет внедрения механизмов проверки на пересечения во времени и пространстве опасных зон строительной техники между собой и с человеческими потоками, с последующим сокращением временного промежутка этих пересечений;
- создать площадку для контролируемой координации работы строительного подрядчика — представить (симулировать) процесс строительства в информационной модели здания, с разделением на технологические зоны и взаимосвязи с графиком производства работ и графиком поставки материалов, в ходе строительства модель в реальном времени отображает происходящее на строительной площадке, выступая в роли, так называемого, «цифрового двойника».

Использование BIM-технологии на стадии строительства позволит избежать некоторых ошибок, приводящих к удорожанию строительства и срыву сроков. Например, на некоторых объектах имели место ошибки ППР, в результате которых приходилось дополнительно использовать мощный автокран с большой стоимостью машино-смены и специальной подготовкой места для его стоянки (устройство основания и площадки из дорожных плит).

Ошибки в использованной грузовой характеристике крана приводили к невозможности монтажа массивного удаленного элемента конструкции. Кроме того, дополнительный тяжелый кран при проезде через заглубленные коммуникации приводил к их повреждению. Случались инциденты с неправильным расчетом откосов котлована с падением и повреждением техники. В случае «прогона» цифровой модели монтажа имеется возможность заранее определить указанные коллизии, тем самым устранив потенциальные задержки и удорожания.

Программные решения SYNCHRO Pro, Navisworks manage, НЕО-ЛАНТ СОМОКС.СМР и другие предлагают решения по автоматизации разработки цифровых проектов производства работ, тем не менее, сфе-

ра разработки ЦППР имеет большой потенциал для развития решений по производству и применению организационно-технологических решений:

- совершенствование инструментов по разработке ЦППР за счет насыщения библиотек технологических решений в пространстве BIM и добавления параметрических семейств строительных механизмов и элементов строительных генеральных планов. Внедрение средств оптимизации принятых решений;
- совмещение проекта организации строительства (ПОС) из стадии «проект» и ППР в единый ЦППР, введение экспертизы ЦППР и контроль производства на соответствие проекту для сокращения количества аварий по причине некачественных ППР и нарушений технологии работ;
- совершенствование нормативных документов и гармонизация их с мировыми тенденциями в техническом регулировании организационных решений строительного производства;
- автоматизация контроля производства работ за счет применения средств видеофиксации, облетов беспилотными летательными аппаратами, лазерного сканирования, фотограмметрии, термографирования и т. д.;
- автоматизация производственных процессов за счет ЦППР как пространства для функционирования, цифровизации производства, искусственного интеллекта и машинного труда.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Какие проблемы решают BIM-технологии на стадии организационно-технологического проектирования?
2. В чем преимущества цифровой технологии в процедурах ЖЦ жилого дома?
3. Обозначьте перспективы применения цифрового ППР как части BIM-модели.
4. Какие организационные и технологические коллизии можно избежать при использовании цифровой ППР?
5. Каковы преимущества цифрового проекта производства работ в области безопасности строительных работ?

## 8. Проект «Умный город»

С национальным проектом «Жилье и городская среда» и программой «Цифровая экономика» тесно связан ведомственный проект «Умный город», реализующий Указ Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах Российской Федерации на период до 2024 года».

Проект реализуется Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. При Министерстве создана рабочая группа по реализации проекта «Умный город», в состав которой вошли представители заинтересованных федеральных и региональных органов власти, отраслей ЖКХ, крупнейшие разработчики технологий, экспертное сообщество, вузы и центры компетенций, а также ведущие международные эксперты, в том числе, заместитель генерального секретаря ООН, исполнительный директор Программы ООН по населенным пунктам (ООН-Хабитат).

При поддержке компаний «Ростех», «Росатом» и «Ростелеком» создан Национальный центр компетенций проекта «Умный город», который будет заниматься разработкой, внедрением и популяризацией технологий, оборудования, программ, направленных на повышение уровня цифровизации городского хозяйства, а также подготовкой и оказанием содействия проектам международного сотрудничества по вопросам жилищной политики, городского развития и управления природными ресурсами, прежде всего касающимся создания и функционирования «умных городов». Кроме того, Национальным центром компетенций совместно с ЦСР разработана концепция «умных городов» России.

Цель проекта — повышения качества управления городами и уровня жизни в них за счет внедрения передовых цифровых и инженерных решений. В задачи проекта входят:

- нормативное регулирование и разработка стандартов работы с данными;
- сопровождение региональных проектов и их мониторинг;
- отбор и подготовка к тиражированию лучших решений;
- синхронизация с международным опытом.

Пять ключевых принципов умного города (Smart City):

- 1) комфортная и безопасная городская среда;
- 2) технологичность городской инфраструктуры;
- 3) ориентация на человека;
- 4) акцент на экономической эффективности, в т. ч. сервисной составляющей городской среды;
- 5) повышение качества управления городскими ресурсами.

Основной инструмент реализации принципов — широкое внедрение цифровых и инженерных решений в городской инфраструктуре.



Текущий статус проекта состоит в следующем. Создан проект с командой, сроками, планами и сметой. Создан банк решений умного города ([www.russiasmartcity.ru](http://www.russiasmartcity.ru)), на настоящий момент в этом ресурсе имеются 537 городов, 364 проекта, 20 экспертов. Пилотные города тестируют решения с крупнейшими компаниями. Происходит «каскадирование» в регионы: созданы региональные программы и команды. Работает единая коммуникационная платформа: сайт, чат, документы в общем доступе, совещания, селекторы. Для экспертной поддержки сформирована рабочая группа, разбитая на комитеты.

Создан стандарт требований к умному городу с разделами и мероприятиями, ожидаемыми эффектами и сроками по следующим направлениям:

- городское управление (цифровая платформа вовлечения граждан в управление городом «Активный гражданин», цифровой двойник города, интеллектуальный центр городского управления);
- умное ЖКХ: цифровая трансформация систем энергетической и коммунальной инфраструктуры, внедрение интеллектуальных систем управления инфраструктурой, жилым фондом и социальными объектами (6 мероприятий);
- инновации для городской среды (4 мероприятия);
- умный городской транспорт (6 мероприятий);
- интеллектуальные системы общественной безопасности (3 мероприятия);
- интеллектуальные системы экологической безопасности (3 мероприятия);
- инфраструктура сетей связи (1 мероприятие);
- туризм и сервис (2 мероприятия).

Мероприятия, предусмотренные стандартом «Умный город», осуществляются с учетом имеющейся инфраструктуры, в том числе построенной в рамках АПК «Безопасный город», и реализованного функционала государственной информационной системы жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ), а разработанные по их результатам информационные ресурсы строятся, как правило, на базе государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ГИС ОГД), а в случае невозможности такого построения — синхронизируются с ГИС ОГД и, при необходимости, иными ГИС.

В работе находятся образовательные программы по умному городу, создание независимого центра компетенций, «коробочные решения» по умному городу и индекс интеллекта городов «IQ городов». Последний содержит количественные и качественные показатели для оценки цифровых и инженерных решений умного города. Концепция умного города разрабатывается в цифровую трансформацию всех составляющих городской среды и жизни горожан (рис. 8.1).



## Концепция умного города



Рис. 8.1. Расширенная концепция умного города

Сформулированы базовые требования к цифровой платформе вовлечения граждан в решение вопросов городского развития «Активный горожанин», цель которой заключается в обеспечении контакта органов исполнительной власти с жителями и участия граждан в развитии городской среды.

В банке решений умного города накоплены эффективные решения. Например, использование беспилотника к тепловизором позволяет увеличить скорость технического обследования сетей в 4 раза. Внедрение системы адаптивного светофорного регулирования в Воронеже позволило увеличить транспортный поток на 30 %. Программно-аппаратный комплекс по управлению отходами, внедренный в 45-ти регионах, позволяет контролировать образование нелегальных свалок, снижать тарифы на вывоз ТБО для населения на 20—25%. Диспетчеризация управляющих и ресурсоснабжающих организаций цифровой системой «Мобильный обходчик» позволяет закрывать заявки населения в срок (рост в 1,5—2 раза), снижать аварийность и потери в сетях коммунальной инфраструктуре (на 4 %). Телеметрия коммунального транспорта в Москве позволяет отслеживать маршруты, осуществлять мониторинг инцидентов и повысить оперативность их устранения. Цифровая площадка «Активный горожанин» позволила провести в Москве 3600 электронных голосований за 4 года, реализовать 1900 решений по вопросам развития городской среды. Для обработки бумажных обращений такого количества горожан (более 2-х млн) потребовался бы 71 год.

### **Вопросы и учебные задания**

1. С какими национальными проектами связан проект «Умный город»?
2. Какие мероприятия предусмотрены стандартом «Умный город»?
3. Пять ключевых признаков умного города.
4. С какими государственными информационными системами (ГИС) связан проект «Умный город»?
5. Какие проблемы решают инженерные и цифровые решения умного города? Что из этого важно для Челябинска?
6. Как могут взаимодействовать умный город, умное здание и умная квартира?
7. Приведите примеры внедрения цифровых решений умного города.

## 9. Автоматизированный строительный контроль

Технологии автоматизации контроля в последнее время находят широкое применение в строительной отрасли. Одним из активно развивающихся направлений является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА, дронов). Ранее эффективность применения БПЛА была невысока ввиду необходимости установки тяжелого дорогостоящего оборудования — лидаров, что повышало требования к грузоподъемности, а следовательно и стоимость, или существенно сокращало время полета, что делало невозможным съемку большого количества точек.

Помимо этого имелась проблема с точностью измерений, вызываемая недостаточной точностью определения координат БПЛА системами спутниковой навигации наряду с ограничениями использования по погодным условиям (ветер, восходящие потоки воздуха и пр.).

Развитие и доступность систем распознавания изображений с применением искусственного интеллекта и БПЛА позволяет сегодня достигнуть точности 3D-моделей, полученных путем обработки результатов аэрофотосъемки методами фотограмметрии, до уровня, достаточного для контроля качества производства не только земляных, но и других видов работ.

С точки зрения геодезии позиционирование объектов при помощи спутников либо геодезических приборов сводится к определению угла визирного луча и расстояния. Далее решается простая геометрическая задача определения положения точки при известном положении прибора или спутника. Точность зависит от точности определения угла и расстояния и количества спутников.

Для ряда задач применение высокоточной съемки импульсным методом с использованием тахеометров, лазерного сканирования, уступает место фотосъемке с использованием БПЛА с высокоточными бортовыми системами спутникового геопозиционирования. При этом наряду с уменьшением трудоемкости процесса съемки, удается свести к минимуму количество опорных геодезических точек, а иногда и вовсе от них отказаться. В настоящее время доступными по стоимости становятся модели, одновременно использующие различные глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) GPS L1 L2, GLONASS L1 L2, Galileo E1 E5a и BeiDou B1 B2, выполненные на базе стандартных недорогих БПЛА, применяемых для фото- и видеосъемки (рис. 9.1).

Кроме того, метод позволяет не только повысить скорость контроля, организовать периодический мониторинг, но и оптимизировать сам процесс производства работ. Так, компания TracAir, разрабатывающая облачную веб-платформу для контроля качества и стоимости строительства с помощью визуального интерфейса и продвинутых аналитиче-



Рис. 9.1. Серийный БПЛА DJI RTK для промышленного применения

ских алгоритмов, предлагает существенно снизить расход топлива для подрядчиков, занимающихся планировкой территорий. Данная услуга стала весьма востребована в США, где нарушение «нулевого» баланса земляных масс при планировке площадки существенно увеличивает дополнительные затраты.

Программно-аппаратный комплекс, состоящий из БПЛА, опорных станций геопозиционирования и специального программного обеспечения, решает задачи не только по построению актуальной пространственной модели строительной площадки, но и по расчету оптимальных маршрутов движения бульдозеров и скреперов с учетом модели техники, ее технических характеристик и актуального рельефа площадки. В данном варианте использования система способна предлагать оптимальную модель техники, оптимальную траекторию движения, что обеспечивает существенное снижение затрат на топливо и обслуживание техники (рис. 9.2).



Рис. 9.2. Цифровая модель траектории движения скрепера

Информационные решения, предлагаемые системой, позволяет выполнять трудоемкие задачи по контролю строительства за экраном ПК. Порядок действий сводится к простым приемам: выделение территории на карте и выбор интервала мониторинга в веб-платформе, запуск автономного БПЛА для сканирования площадки, загрузка и обработка

собранных данных, перевод в 3D-модель и ортофотоплан с геодезической точностью, автоматический или ручной анализ обработанных данных (сравнение плана с фактом, фиксация расхождений с проектом и т. д.).

При определении объемов работ в карьере разница между работой маркшейдера с тахеометром и аэрофотосъемкой составили 0,5% при допуске в горном деле до 5% (по нормативу в зависимости от объема). Точность аэрофотосъемки получается выше, поскольку модель строится по поверхности с миллионами точек, тогда как маркшейдер набирает их значительно меньше. Трудозатраты снижаются в 15—30 раз. В Америке, например, нужно укладываться в стандарт точности для земляных работ 1/10 фута (3 см).

При аэрофотосъемке коттеджного поселка задача упрощается: 5 см на пиксель, простой ландшафт, минимум деревьев. После обработки снимков получают ортофотоплан и совмещают его с кадастровым планом (рис. 9.3).

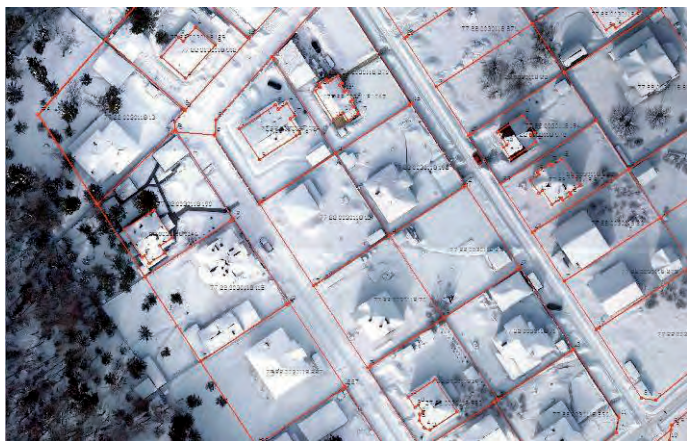


Рис. 9.3. Результаты аэрофотосъемки коттеджного поселка

Результаты могут использоваться для межевания, инвентаризации и кадастровой оценки земельных участков, оценки эффективности использования земельных ресурсов, проектирования развития территорий, проектно-изыскательских работ, реконструкции и развития дорожных сетей, мониторинга состояния наземных и подземных коммуникаций, трубопроводов, ЛЭП и т. п., мониторинга земель с целью охраны, экологического мониторинга границ и площадей земель, подверженных изменению, создания трехмерных моделей местности для ГИС.

Нерешенной задачей является эффективное применение беспилотных летательных аппаратов для съемки в помещениях — там, где воз-

возможность спутниковой навигации отсутствует. Возможные пути повышения точности определения пространственного положения внутри помещений активно исследуются.

Очевидный способ повышения точности определения пространственного положения до приемлемого уровня — установка отражателя на БПЛА с последующей автоматизированной фиксацией местоположения импульсным методом относительно опорной геодезической точки автоматическим тахеометром с сервоприводом. Такой способ требует наличия прямой видимости БПЛА, что существенно снижает эффективность его работы в помещении.

Возможно определение координат с помощью установленных в помещении маяков и нод (специализированных беспроводных точек) навигации беспроводных сетей стандартов Bluetooth Low Energy, Wi-Fi, Li-Fi-точек доступа с вводом их координат и последующим вычислением пространственного положения по разнице мощности сигнала от каждого маяка или ноды. Применение навигации с использованием только анализа мощностей радиосигнала распространенных стандартов на текущий момент способно обеспечивать точность позиционирования около 50 см, что для применения в строительном контроле явно недостаточно.

Даже простое видеонаблюдение можно выполнить на новом уровне. Видеокамеры устанавливаются вокруг строящегося объекта и на стреле крана (или на осветительной мачте). Стоп-кадры строительства выполняются с необходимой частотой (сутки, смена, час) в зависимости от объемов и темпов строительства. После обработки изображений реальная картинка сравнивается с информационной моделью объекта (ИМ), соответствующей контролируемым работам. Сравниваются фактически выполненный объем и сроки с проектными, отраженными в ИМ. Инфракрасная камера (тепловизор) покажет температуру монолитного бетона или замерзающего рабочего. Не помешает и анемометр для фиксации скорости ветра и термометр. Достаточно держать их в поле зрения камеры. Преимущество перед аналогом (простое видеонаблюдение) заключается в оперативном и объективном обнаружении несоответствий в объемах и сроках, параметрах работ (температура воздуха, бетона, скорость ветра) и коллизий (например, монтаж перекрытий до монтажа оборудования, пересечение бригад в пространстве, нарушение требований техники безопасности и т. д.). Для контроля со стороны заказчика (по срокам и объемам) низкая точность оптических копий процесса строительства не играет большой роли.

При установке на крюке крана считывателя информационных меток (RFID-меток, радиусом действия до 10—30 м), зафиксированных на монтажных элементах в автоматическом режиме получаем статус элемента (смонтирован или не смонтирован), время монтажа элемента, время работы крана. Если снабдить такими считывателями ворота

стройплощадки и поставить метки на поступающих материалах и изделиях, получим реальный график поставки, можем рассчитать страховой запас материалов.

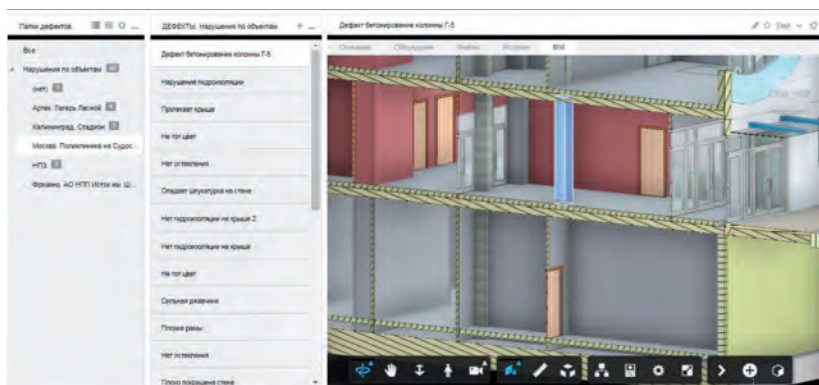
При монолитных работах нужны метки, установленные на бетонах. Онлайн-связь этих меток с контролером от подрядчика или заказчика остановит несоответствующий материал. В будущем будет технологично снабдить рабочих касками (шлемами) дополненной реальности, видеокамерами и датчиками физического и психического самочувствия. Тогда получаем полный контроль труда и безопасности, производительности и качества. Стоп-кадры и видео дадут информацию для контроля выполнения календарного плана, исполнительной документации и оплаты труда. Автоматизированный контроль погодных условий и местонахождения людей и техники поставит заслон «авралу» (от англ. over all — все наверх) подрядчика в ущерб безопасности и качеству. Мобильные приложения для бригадиров и мастеров позволят облегчить строительный контроль, коммуникации с лицом, принимающим решение, в случае обнаружения отклонений от проекта или коллизий.

На рынке имеются ряд предложений систем цифрового управления строительством. Компания СОДИС ЛАБ разработала систему Lement Pro для выполнения следующих задач:

- визуальный контроль строительства с использованием BIM-модели (по конструктиву, инженерным сетям и системам);
- планирование строительных работ и разработка графика строительства;
- загрузка графика производства работ из систем планирования MS Project и PrimaVera;
- электронный и визуальный контроль графика производства работ;
- связь задач с BIM-моделью, со сроками и объемами работ;
- автоматическое определение объема работ по завершению этапа;
- автоматическая генерация актов КС-2 и КС-3;
- визуальный контроль показателей строительства в режиме онлайн;
- подключение камер на объекте для контроля за ходом строительства онлайн;
- электронный архив истории строительства с фиксацией всех выполненных работ, действий участников строительства, проблем и изменений в ходе строительства;
- визуальная панель контроля работ для руководителя по объемам, срокам и финансам.

Система позволяет вести цифровой строительный контроль (рис. 9.4).





*Рис. 9.4. Единый реестр нарушений в системе цифрового контроля Lement Pro*

При этом решаются следующие задачи: планирование инспекций; формирование чек-листов; регистрация нарушений; формирование предписаний, актов операционного контроля; генерация актов освидетельствования скрытых работ; приемка выполненных работ; проверка и согласование исполнительной документации.

На базе платформы Lement Pro Building быстро и без программирования создаются и настраиваются решения по эксплуатации и управлению недвижимостью с учётом отраслевой специфики и опыта. Автоматизация сервисов службы эксплуатации и вся необходимая информация сосредоточена в одной информационной системе: управление арендаторами, помещениями, планирование и контроль планово-предупредительных ремонтов, материалы, склад, интеграция с BMS-системами (Building Management System) и др.

Отображение объектов эксплуатации, оборудования, планов помещений в формате BIM. Возможность добавления Яндекс или Google карт, схем проезда на объект, видеокамер или других информационных сервисов. Возможность получения полной информации о статусе объекта и любого элемента на основании BIM-модели: ведутся ли работы, заняты ли помещения, состояние оборудования и строительных элементов и т. д. Контроль над всем оборудованием здания: дата ввода в действие, место размещения, гарантия, документация, состояние. Отображение состояния оборудования на BIM-модели и интеграция с BMS-системами для получения информации о состоянии оборудования.

Компанией «Мобильные решения для строительства» разработана платформа MPC. Программный комплекс «Стройконтроль» позволяет автоматизировать строительный контроль при помощи мобильных устройств и облачных технологий. ПК «Стройконтроль» решает задачи:



- доступа к актуальной рабочей документации через облачное хранение;
  - управления качеством: реестр замечаний, фотофиксация, геолокация фотографий дефектов;
  - оперативных управленческих решений с push-уведомлениями<sup>1</sup>, назначением исполнителей и сроков, историей взаимодействий;
  - привязка замечаний к BIM-модели объекта;
  - дистанционный контроль статуса работ, настраиваемая рассылка отчетов по подрядчику, виду работ, категории замечаний;
- Решение MPC «Инспекции» автоматизирует следующие процессы:
- контрольные карты проверок — электронные чек-листы;
  - назначение для каждой карты ответственного инженера;
  - контроль исполнения прямо на строительной площадке при помощи мобильного устройства;
  - внесение изменений прямо на чертеже.

Работа с BIM на базе цифровой платформы MPC в стадии строительства предусматривает:

- минтерактивный просмотр чертежей и BIM-моделей;
- выбор и просмотр свойств BIM-объектов;
- создание замечаний на чертеже или BIM-модели;
- просмотр реестра связанных с BIM-объектом замечаний;
- проведение измерений в масштабе;
- установку статуса готовности.

Перечисленные продукты платформы MPC могут быть интегрированы с IT-ландшафтом проектов (Autodesk Revit, Microsoft Project, 1С: ERP, Vault) по формированию аналитики, фиксации замечаний. По данным компании внедрение продуктов цифровой платформы MPC повышает эффективность сройконтроля на 30 %; снижает стоимость квадратного метра жилья на 480 руб., увеличивает скорость устранения замечаний в 2,7 раза.

В Челябинске определенные шаги в автоматизации строительного контроля при помощи BIM-технологий сделаны компанией «Бетотек»: штрих-кодирование изделий, цифровое взаимодействие между проектировщиком, заказчиком и подрядчиком; отражение дефектов монтажа в BIM-модели (рис. 9.5).

Лабораторная информационная система компании УралНИИСтром (ЛИС) автоматизирует основные процессы строительного контроля, как со стороны испытательной лаборатории, так и со стороны заказчика — строительной компании.

ЛИС содержит более 30 модулей, отвечающих за хранение, обработку и представление данных испытательной лаборатории, и призванных

<sup>1</sup> Технология push (англ. push — проталкивание) — один из способов распространения информации (контента) в Интернете, когда данные поступают от поставщика к пользователю на основе установленных параметров.

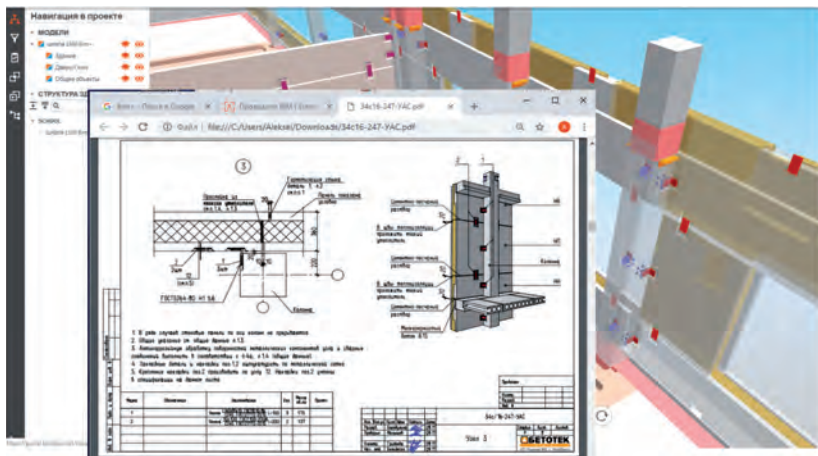


Рис. 9.5. Отражение результатов монтажа в системе цифрового контроля

минимизировать время выполнения всех бизнес-процессов, а также на 100 процентов предотвратить возможность появления в результатах испытаний ошибок, вызванных влиянием человеческого фактора (система имеет 5 уровней проверки результатов испытаний).

В зависимости от вида строительного контроля и данных проектной документации система позволяет рассчитать оптимальное количество испытаний на объекте.

Так для земляных работ на основе данных об общей площади строительства и количестве конструкций, ЛИС рассчитывает объем и оптимальные характеристики требуемых работ.

Соответственно для работ, связанных с испытанием бетона, на основе данных о количестве и виде конструкций ЛИС также произведет подсчеты оптимальных характеристик требуемых испытаний.

При расчете будет также учитываться план производства работ. Система поможет сформировать график испытаний на объекте и согласовать его с заказчиком.

ЛИС позволяет накапливать, обрабатывать, составлять статистические отчеты по испытаниям разрушающего контроля в самой лаборатории и неразрушающего контроля непосредственно на объектах строительства.

Лабораторная информационная система имеет следующие подсистемы:

- подсистема управления взаимоотношениями с клиентами (прием и обработка заявок от клиентов, обратная связь с заказчиками);

- подсистема нормативной документации (отслеживание актуальности нормативных документов, контроль применяемых методик, верификация и валидация методик);
- подсистема учета оборудования (контроль плановых проверок и ремонта оборудования, состояния используемого в методиках испытаний оборудования);
- подсистема формирования документации (создание протоколов испытаний, отчетов, актов — всего более 30 шаблонов документов);
- подсистема контроля условий проведения испытаний;
- личный кабинет заказчика.

Каждый заказчик имеет в ЛИС свой личный кабинет, который предоставляет ему следующие возможности:

- просмотр результатов испытаний по проведенным для данного заказчика исследованиям;
- скачивание протоколов испытаний;
- создание технического задания на новые испытания;
- отслеживание статуса выполняемых работ;
- чат с ответственными сотрудниками;
- представление результатов испытаний в разрезе объектов строительства на интерактивной карте;
- доступ 24×7, в том числе, с любых мобильных устройств.

Цифровое решение СКИД (строительный контроль, исполнительная документация, [www.скид.рус](http://www.скид.рус)) предоставляет строительным компаниям широкие возможности, перечисленные далее.

СКИД является облачным приложением и доступен с любого устройства (ПК, ноутбук, планшет, телефон).

Создание единого информационного поля между участниками строительства для совместного ведения исполнительной документации и строительного контроля; исключение из деятельности бумажного депроизводства.

Возможность контроля и управления несколькими объектами одновременно. Отображение на каждом из объектов фактического состояния всех этапов работы и исполнительной документации с привязкой к графику производства работ (рис. 9.6). Отслеживание в режиме онлайн актуализированных графиков производства работ.

Создание группы участников строительства по каждому отдельному объекту с назначением уполномоченных специалистов, с распределением задач для каждого из них.

Создание и привязка технических замечаний, а также нарушений по охране труда к конкретному месту на объекте. Дистанционная передача замечаний исполнителю с фиксаций в разделе строительного контроля исполнительной документации. Возможность комментирования, об-

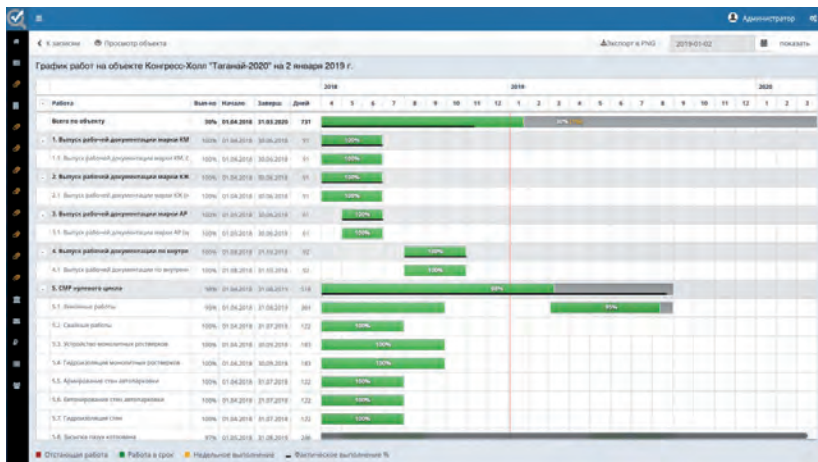


Рис. 9.6. Отражение результатов работ на календарном графике

суждения каждого конкретного замечания в чате с добавлением уточняющих фотографий.

Автоматическое формирование предписаний в стандартной форме.

Отправка уведомлений об отчетах и предписаниях всем участникам с возможностью отслеживания прочтения.

Заполнение на объекте общего и специального журналов работ, записи в которых формируются в хронологическом порядке, при этом осуществлена корреспонденция записей между журналами. Постоянный учет материалов и оборудования (как предусмотренных проектом, так и поставленных на объект, а также согласованных изменений в процессе строительства), увязанный со сметой строительства и бухгалтерским отчетом.

Возможность подписывать pdf-файлы усиленной электронно-цифровой подписью (ЭЦП) участниками строительства. Подписание можно осуществлять как с физическим носителем сертификата ЭЦП, так и без его участия, с помощью облачного сервиса хранения сертификатов ЭЦП.

Автоматизация процесса формирования актов освидетельствования на основании записей журналов выполненных работ: скрытых работ, ответственных конструкций, участков сетей и систем инженерно-технического обеспечения и пр.

Возможность просмотра сопутствующих приложений: документов о качестве, протоколов лабораторных испытаний, исполнительных геодезических схем и др.

Интеграция со сметными программными продуктами (ГРАНД-Смета, 1С:Смета, ВинРик) путем импорта сметных расчетов в формате XML, а также справочник строительных материалов.

Интеграция со сторонними web-ресурсами в части: привязки строительного объекта к географической карте местности, данных о погодных условиях в месте строительства, информации национального реестра специалистов в области строительства (НОСТРОЙ), национального реестра специалистов в области инженерных изысканий и архитектурно-строительного проектирования (НОПРИЗ), ключевых сведений о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях.

Доступ к системе сотрудников государственного строительного надзора во время проведения плановых проверок, который положительно отразится на качестве строительства и снизит нагрузку на исполнителей.

Заявленные преимущества внедрения системы СКИД:

- экономия времени за счет минимизации времени на обмен информацией в ходе работ на объектах;
- централизованное хранилище: вся информация и документация о компаниях, объектах, замечаниях, а также отчеты, акты и предписания доступны в едином месте;
- учет выполненных работ, анализ: отчеты о выполненных работах, просроченных замечаниях, как по объектам, так и по компаниям;
- автоматическое формирование различных отчетов, актов, предписаний, позволит сэкономить время и минимизирует ошибки, а также своевременно уведомит всех участников проекта о создании документов.

При наличии готовых цифровых решений фактическое применение BIM на стадиях ЖЦ среди топовых застройщиков в 2018 году составило: проектирование — 20 %; строительные работы — 3 %.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Обозначьте перспективы автоматизированного строительного контроля.
2. Технологии для автоматизации работ по строительному контролю.
3. Какие задачи может решить штрих-кодирование строительных изделий?
4. Как повлияет автоматизация контроля на безопасность и качество?
5. В чем преимущество автоматизированного контроля для подрядчика и для заказчика?
6. Задачи, решаемые системой цифрового управления строительством Lement Pro (Sodis Lab).
7. Возможности лабораторной информационной системы УралНИИ-стром.
8. Особенности цифрового решения СКИД (строительный контроль, исполнительная документация).

## 10. Цифровые технологии в учебном процессе

Наибольшее распространение цифровых технологий отмечается в сфере проектирования и моделирования проектных решений строительных объектов. Компьютерное проектирование — это процесс разработки 3D-моделей в CAD системах, которые позволяют создавать чертежи, оформлять конструкторскую или технологическую документацию. Перечень таких систем приведен в Приложении 4.

Следующим уровнем является компьютерный инжиниринг — это совокупность методов и средств для моделирования на основе CAE-систем (Computer-aided Engineering).

Компьютерное проектирование в CAD-системах позволяет только разработать геометрию изделий и подготовить конструкторскую документацию, компьютерный инжиниринг CAE позволяет провести моделирование поведения конструкций, машин, физико-механических и технологических процессов.

Для достижения высокой точности проектирования необходимо применять высокоадекватные математические модели материалов и изделий и проводить виртуальные испытания для гарантированного выполнения всех требований. Виртуальные испытания заменяют реальные, сокращают их количество в разы. В программе ANSYS можно быстро получить информацию, как поведет себя конструкция.

Магистрантом А. А. Хафизовым в программе ANSYS был проведен прочностной расчет узла крепления навесной термopанели для проекта реконструкции зданий с целью термореновации ограждающих конструкций (рис. 10.1). В данной цифровой модели наглядно представлены напряжения и деформации в опорной конструкции.

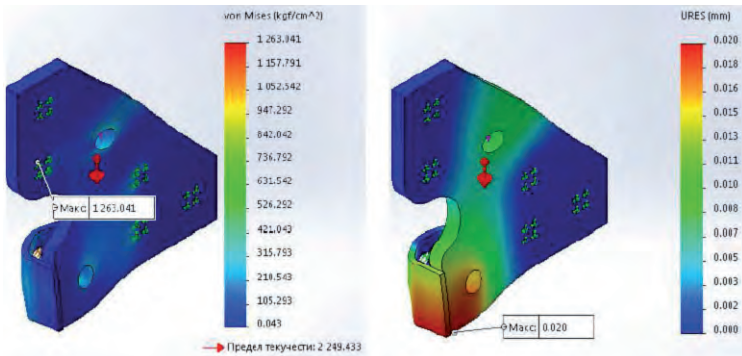


Рис. 10.1. Результаты расчета узла в программе ANSYS

Основой цифровой трансформации компании является использование огромной массы данных, которые производит компания в процессе своей деятельности. В большинстве компаний такие данные не фиксируются и со временем теряются. Источником данных служат бизнес-процессы, исполнители, оборудование, продукция, клиенты и т. д. Понятно, что эти данные должны собираться и обрабатываться в цифровом виде и быть доступными в любой момент времени.

Для этой цели традиционно используют системы управления такие как:

ERP (Enterprise Resource Planning) — управление ресурсами предприятия;

CRM (Customer Relationship Management) — управление взаимоотношениями с клиентами;

PLM (Product Lifecycle Management) — управление жизненным циклом продукта;

SRM (Supplier Relationship Management) — управление взаимоотношениями с поставщиками;

SCM (Supply Chain Management) — управление логистической сетью;

MES (Manufacturing Execution Systems) — управление производством.

Первые системы MRP (Material Requirements Planning) планирования потребности в материалах (ППМ) появились в США в 1950-х годах, а широкое применение компьютерных программ началось только в 1970-х. ППМ является центром многих систем производственного планирования. В нашей стране аналогичные работы проводились с начала 60-х годов прошлого века под руководством В. М. Глушкова. Благодаря его разработкам на предприятиях СССР создавались отделы автоматизированного управления предприятием.

Полный цикл управления подразумевает планирование (план), учет фактических результатов (факт), их сравнение (анализ план/факт отклонений) и затем принятие управленческих решений (коррекция). Этот цикл «план — выполнение — проверка — коррекция» известен как цикл PDCA Деминга (Plan — Do — Check — Action). Без сравнения плана и факта эффективное планирование и управление невозможно.

В дальнейшем пришло понимание того, что с помощью компьютерных систем можно эффективно управлять не только производством и закупками, но и еще многими бизнес-процессами в сбыте, ремонте, капитальном строительстве, управлении персоналом и т. д. Распространение идеологии комплексного управления всеми ресурсами предприятия на основе общей модели данных (а не только связанными с производством) с помощью прикладных компьютерных систем привело к созданию ERP-систем планирования ресурсов предприятия.



Понятие ERP было предложено Gartner в 1990 году как развитие концепции MRP II. Дальнейшее расширение сферы планирования и управления привело к концепции ERP II (Enterprise Resource and Relationship Processing) управления корпоративными ресурсами и внешними связями, где объектами управления являются не только процессы внутри корпорации, но и взаимосвязи с внешним миром (поставщики, клиенты, государство, общественные организации и т. д.).

Отдельные программные решения, автоматизирующие ту или иную функциональную сферу или бизнес-процесс, уже не удовлетворяют потребностям как крупных корпораций, так и среднего бизнеса. Сейчас компании переходят к комплексным решениям, обеспечивающим глубокую степень интеграции и гибкости бизнес-процессов. Реализованный в ERP процессный подход к управлению во многом определил успех этого продукта.

Другим преимуществом ERP систем является полная интегрированность функциональных модулей, то есть любая бизнес-информация, возникающая в одном из модулей, сразу становится доступна другим. Таким образом, сохраняется связь с начальным событием, единой является и вся нормативно-справочная информация.

ERP включает в себя (но не ограничена) блоки или функциональные модули по управлению: финансами; материальными потоками; производством; проектами; сервисным обслуживанием; качеством; персоналом.

Рассмотрим различные виды производств, в которых применяются указанные системы. Позаказное производство основывается на производственном заказе на конкретное количество определенного товара. Оно обычно использует технологическую карту и спецификацию материала.

Серийное производство предусматривает массовое производство определенной продукции в течение некоторого времени, потом производство перестраивается на другую продукцию. Вместо технологической карты используются календарно-плановые нормативы, само производство ориентировано на объем и период. Такое производство типично для машиностроения, электронной промышленности, производства товаров народного потребления и т. д.

Непрерывное производство характерно для химической, фармацевтической, пищевой промышленности. Оно ориентировано на процесс. Используются технологический заказ и технологические рецептуры.

Проектное производство использует систему проектов, типично для крупного машиностроения, судостроения, строительства.

Применение систем управления и сопутствующих IT-решений с учетом особенностей перечисленных производств способствует цифровой трансформации компании.

В любых организациях присутствует инерционность сложившихся процессов. Привычки к традиционным подходам приводят к тому, что



«генералы (топ-менеджеры) готовятся к войнам прошлого», а учебные организации обучают устаревшим методикам. Необходимость соответствия учебного процесса новым требованиям — обучать студентов тому, что будет в будущем — установлена в ФГОС 3+ и 3++.

ЮУрГУ для этого имеет хорошо организованную, мощную информационную базу. Лаборатория суперкомпьютерного моделирования на базе суперкомпьютера четвертого поколения «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» с процессорами Intel Xeon 5500 является одной из лучших в мире. На базе вычислительных мощностей ЮУрГУ выполнено много работ, например, проведен расчет профиля энергоэффективного алюминиевого радиатора по заказу Миасского машиностроительного завода, расчеты надежности бронезилета нового поколения и пр.

Информационные ресурсы университета включают программное обеспечение: ЛИРА 9.4 PRO, ANSYS, ELCUD 5.10.1, MATLAB Simulink 2013b, AutoCAD (Architecture, Civil 3D и др. компании Autodesk), REVIT, Microsoft (Office, Project, Windows, Visio, Visual Studio), Pascal ABCNET, Siemens AG, Project Expert. Информационно-справочные системы: Стандартинформ, база данных ВИНТИ РАН, Гранд-смета, информресурсы ФИПС (все лицензии для ЮУрГУ бессрочные).

У любого студента Архитектурно-строительного института ЮУрГУ есть возможность получения доступа к лицензионным программам для обучения и выполнения цифровых расчетов в рамках курсового и дипломного проектирования, инженерных расчетов в рамках проектного обучения. Ниже кратко описаны некоторые доступные программы.

ANSYS Mechanical ([www.ansys.com](http://www.ansys.com)) — многоцелевой конечно-элемент-ный пакет для проведения анализа в широком круге инженерных дисциплин (прочность, теплофизика, динамика жидкостей и газов и электромагнетизм).

ANSYS CFX ([www.ansys.com](http://www.ansys.com)) — это универсальная CFD система (Computational Fluid Dynamics — вычислительная гидродинамика). Основные сферы применения данного пакета — гидро- и газодинамические процессы, химическая кинетика.

LSTC LS-DYNA ([www.ls-dyna.com](http://www.ls-dyna.com)) — многоцелевой конечно-элемент-ный комплекс разработки для анализа высоконелинейных и быстротекущих процессов в задачах механики твердого и жидкого тела.

Math Works MATLAB ([www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)) — специализированный пакет для решения инженерных, научно-технических и экономических задач.

Autodesk 3ds Max Design ([www.autodesk.ru/3dsmax](http://www.autodesk.ru/3dsmax)), Autodesk Maya ([www.autodesk.ru/maya](http://www.autodesk.ru/maya)) — полнофункциональная профессиональная программная система для работы с трехмерной графикой. 3ds Max располагает обширными средствами по созданию разнообразных по форме и сложности трехмерных компьютерных моделей реальных или

фантастических объектов окружающего мира с использованием разнообразных техник и механизмов.

ЛОГОС ([www.vniief.ru](http://www.vniief.ru)) — отечественный пакет программ инженерного анализа, предназначенный для моделирования процессов теплопереноса (аэродинамика, газодинамика, гидродинамика, теплопроводность), анализа прочности (статическое и динамическое деформирование, контактное взаимодействие и разрушение).

IOSO ([www.iosotech.com](http://www.iosotech.com)) — программная платформа организации инженерных расчетов, решения вариантных и оптимизационных задач.

При патентном поиске нужно использовать информационные базы патентных ведомств стран мира, в которых даются краткие описания изобретений, а также российские базы изобретений: Федерального института промышленной собственности ([www.fips.ru](http://www.fips.ru)); Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ, [www.viniti.msk.su](http://www.viniti.msk.su)); Международного центра научной и технической информации (МЦНТИ, [www.icsti.su](http://www.icsti.su)); Всероссийского научно-технический информационного центра (ВНТИЦ, [www.sl.vntic.org.ru](http://www.sl.vntic.org.ru)); государственной публичной научно-технической библиотеки (ГПНТБ, [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)).

Помимо программ из информационного ресурса университета студенты могут проводить расчеты в программах институтов и кафедр. На кафедре «Строительной механики» под руководством академика В. И. Соломина по заказу институтов НИИОСП и Моспроект-1 была разработана программа для расчета плитных фундаментов, позволяющая оптимизировать армирование плит и получить экономию стали до 30—40 %.

На кафедре «Строительное производство и теория сооружений» имеется программный комплекс ELCUT 3D для проектирования и анализа теплового состояния различных систем. Комплекс позволяет анализировать, как установившееся распределение температур, так и изучать динамические процессы нагрева и охлаждения.

Выпускные квалификационные работы, выполнение с применением компьютерных программ имеют более высокие качественные характеристики и существенно более высокий уровень. Например, магистрантом А.А. Леонтьевым, проводившем исследование по использованию вакуумных панелей в качестве теплоизоляционных материалов, выполнены расчеты в программе ELCUD. На рис. 10.2 показан один из примеров теплотехнического расчета узла здания.

Для анализа систем и получения решений на уровне изобретений используется программа AiССт (Анализ и синтез систем, разработчик ООО «Аналитика», свидетельство о гос. регистрации № 2006610954), в основе которой заложена уникальная методология функционально-стоимостного анализа (ФСА) и теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Результатом применения программ AiССт для магистранта Шауки Латреш (Алжир) стал анализ исторического квартала и формирование

новой идеи проекта реконструкции на уровне правительства Алжира. Свою идею он представил в своем докладе и статье «Концепция реконструкции старых домов в Алжире».

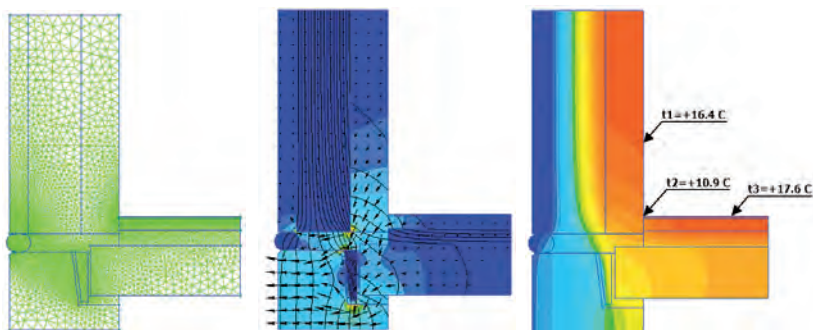


Рис. 10.2. Пример расчетов в программе ELCUD

В выпускной работе Е. Ю. Пермяковой при анализе системы сборного домостроения МКТ с использованием программы AiССт выявлены нежелательные эффекты технологии и задачи для решения. Получены патентоспособные решения, по которым подготовлены заявки на изобретение: опорный узел сборно-монолитного перекрытия каркасного здания; использование пустотных плит перекрытия безопалубочного формования в сборно-монолитном каркасе жилого дома.

Фрагмент структурной схемы системы сборного домостроения МКТ из работы Е. Ю. Пермяковой приведен в табл. 10.1.

Таблица 10.1

**Матрица взаимосвязей элементов системы МКТ  
с элементами надсистемы**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Колонна		X		X			X	X	X			X	X					
2. Сборная часть ригеля	X		X	X	X	X	X	X			X	X						X
3. Плита перекрытия		X	X	X		X	X	X			X							X
4. Монолитная часть ригеля	X	X	X			X	X	X			X							X
5. Лестничные марши и площадки		X																
6. Шахта лифта		X	X	X														
7. Ограждающие конструкции	X	X	X	X					X	X			X	X	X	X		
8. Перегородки	X	X	X	X									X					
9. Основание (грунты)	X						X											
10. Грунтовый воды	X						X											
11. Помещения здания		X	X	X														
12. Стыки	X																	
13. Осадки	X	X					X											
14. Инженерное оборудование							X	X										
15. Воздух, пар, ветер							X											
16. Внешнее тепловое поле							X											
17. Кровля		X	X	X														
18. Солнечное излучение							X											

Магистрант Д. А. Кузнецов выполнил исследование по ФСА организации процессов комплексных поставок материалов и услуг в строительстве. Применение методик функционально-стоимостного анализа и ТРИЗ позволило получить оптимизацию процедур поставок в 36 % по трудоемкости и 38 % по стоимости. Также в результате оптимизации было снижено количество негативных эффектов операций поставок с 25 до 13.

Получить доступ к лицензионным программам может любой студент. Для этого необходимо иметь предварительные проработки по теме дипломного проекта или выпускной квалификационной работы (ВКР). На сайте [3] можно скачать бланк заявления, оформить и получить в лаборатории суперкомпьютерного моделирования ЮУрГУ логин и пароль для доступа к программам.

Для освоения программ рекомендуется получить информацию по их назначению и работе. Сделать это можно, изучив документацию, но самообучиться можно быстрее, пройдя курсы вебинаров. В Приложении 5 приведена краткая информация о различных бесплатных вебинарах с интернет-адресами. При желании можно пройти обучение и на платных видеокурсах, информацию о которых легко найти в интернете.

Для разработки проекта ВКР, практик и последующего применения рекомендуется пройти курс отечественного продукта Renga Architecture. Именно на основе данной программы планируется создание общей информационной системы для строительных компаний [7]. Рекомендуется также при научно-исследовательской работе студентов использовать программу AiССт для анализа системы, выявления задач и получения патентоспособного решения [18]. Патентный отдел ЮУрГУ оказывает помощь авторам при оформлении заявок на изобретения и промышленные образцы.

В рамках практик на предприятиях стройиндустрии, в проектных организациях магистрант может проработать полученное техническое решение на уровне конкретных расчетов, выполненных в инженерных программах. Учебным процессом предусмотрено прохождение трех практик, в течение которых магистрант может построить 3D-модель строительной конструкции, провести прочностной, тепловой расчеты в различных программах, оценить альтернативные варианты исполнений и затрат, рассчитав необходимые для этого сметы. Отчет по практике в виде цифровой модели с описанием результатов виртуальных испытаний, возможно, вскоре станет учебным стандартом.

Цифровые технологии в инженерной работе позволяют разработать оптимизационные решения, повысив эффективность строительства. С другой стороны, они значительно сокращают срок проектирования, ускоряют процесс обучения студентов расчетным проектным практикам, что позволит сделать возможным выполнение полноценного

проекта при подготовке ВКР и подготовить инженера, владеющего цифровыми технологиями по окончании обучения. Это приведет к росту производительности труда проектировщиков и строителей, сокращению издержек при строительстве и, как следствие, будет способствовать решению национальных задач, поставленных руководством страны.

### **Вопросы и учебные задания**

1. В связи с чем происходит переход от САД- к САЕ-системам?
2. Какие цифровые системы управления могут использоваться в строительстве?
3. Какие этапы включает полный цикл управления (цикл Деминга)?
4. Разновидности производств, влияющие на выбор цифровых платформ для управления.
5. Программные и информационные ресурсы ЮУрГУ.
6. Предназначение программы ELCUD.
7. Возможности программы AiCCT (анализ и синтез систем)?
8. Какие вебинары и электронные курсы обучения цифровым технологиям Вы хотели бы пройти? Почему?

## **11. Роль ССК УрСиб в цифровизации строительной отрасли**

В начале 2016 года СРО «Союз строительных компаний Урала и Сибири» (ССК УрСиб, г. Челябинск) создал Комитет по развитию технологий информационного моделирования (ТИМ). Была создана рабочая группа по сопровождению экспериментальной площадки по внедрению ТИМ в проектирование, строительство и эксплуатацию объектов гражданского и промышленного строительства на территории Челябинской области. Для объединения усилий в направлении ТИМ был подписан договор о сотрудничестве с МГСУ и ЮУрГУ.

Рабочая группа ТИМ выполнила большой объем работы по внедрению технологий информационного моделирования в строительный комплекс Урала и Сибири. Основные направления работы описаны далее.

Участие в рассмотрении и разработке проектов BIM-стандартов, сводов правил, плана мероприятий (дорожной карты) поэтапного внедрения ТИМ в области промышленного и гражданского строительства до 2020 года, а также плана мероприятий по реализации стратегии развития строительной отрасли РФ до 2030 года.

Организация регулярных публичных мероприятий (семинаров, конференций, круглых столов) для профессионального сообщества по ускорению развития ТИМ в строительной отрасли.

Выполнение экспериментальных работ по внедрению новых технологий на строительных площадках по созданию цифрового двойника строящегося объекта и автоматизированному строительному контролю. При этом применялись разные методы: фотограмметрия, лазерное сканирование, аэрофотосъемка с последующей обработкой полученного облака точек и сопоставлением с проектной BIM-моделью.

Приказ Ростехнадзора № 470 от 09.11.2017 разрешил ведение исполнительной документации в бумажном и/или электронном виде, что дало строительному комплексу возможность внедрения электронного документооборота в этой сфере. Без использования автоматизированных систем и программных решений это сделать практически невозможно.

Анализ строительного производства Челябинской области в части использовании ТИМ и ведения исполнительной документации в цифровом формате, выявил проблематику готовности перехода строительного комплекса в цифровую среду. Весомый аспект проблемы — приобретение дорогостоящего оборудования и программных средств. Предпочтение должно отдаваться отечественным решениям.

Существенным фактором является недостаточная «цифровая» квалификация исполнителей на рабочих местах (в большинстве случаев линейные ИТР, не владеющим опытом работы с ПК и программными модулями). Кроме того, отмечена недостаточная проработка BIM-модели объектов на этапе проектирования, что затрудняет

использование её на этапе строительства. Выявлено непонимание руководством строительных компаний преимуществ использования BIM-технологий, что усугубляется недостатком федеральных требований и правил для полноценной работы с использованием ТИМ (BIM).

Рабочей группой ТИМ было принято решение в рамках СРО ССК УрСиб приступить к разработке программного комплекса «Строительный контроль, исполнительная документация» (СКИД) по созданию блока жизненного цикла информационной модели на основе исполнительной документации в электронном виде, что даёт возможность переводить документы в цифровой формат.

За два года работы с программным обеспечением СКИД показана возможность полностью перевести в цифровой формат исполнительную документацию. Система СКИД позволяет:

- составлять и отслеживать онлайн график выполнения работ и расход материалов;
- мзаполнять журнал входного контроля, фиксируя накладные, паспорта и сертификаты качества на материалы;
- вести общий и специальные журналы работ;
- автоматически формировать акты освидетельствования скрытых работ, акты приемки ответственных конструкций, участков инженерных сетей и систем, получая данные с общего журнала работ и журнала входного контроля, что существенно сокращает время на подготовку актов и значительно повышает их качество.

Результаты лабораторных испытаний заносятся в систему непосредственно строительными лабораториями. Проведение строительного контроля заказчика и подрядчика также значительно упрощается и автоматизируется. В системе имеется блок внутреннего строительного контроля для оперативной работы. Рабочий стол руководителя строительной компании отражает общее представление о ходе строительства и дает возможность оперативно разрешать поставленные задачи.

Преимущества использования СКИД обусловлены тем, что создатели системы и консультационная группа сами являются действующими строителями с многолетним опытом. Изначально группе разработчиков СКИД была поставлена задача создать продукт несложным и удобным в использовании для всех участников строительства. Пилотный проект СКИД был успешно апробирован на строительных площадках г. Челябинска и рекомендовал себя как готовый продукт для строительного комплекса.

Однако остается еще много вопросов, которые предстоит разрешить рабочей группе ТИМ в ближайшее время, согласно плану мероприятий по реализации стратегии развития строительной отрасли РФ до 2030 года. Нужна постоянная поддержка работ по внедрению ТИМ в строительную отрасль региональным Министерством строительства.

В конце 2019 года вышло распоряжение губернатора Челябинской области от 29.11.2019 г. № 1376-р о создании координационного со-



вета по развитию технологии информационного моделирования (ВМ-технологии), в соответствии с инициативой Союза строительных компаний Урала и Сибири при поддержке Министерства строительства и инфраструктуры Челябинской области.

В Правительстве Челябинской области 27 декабря 2019 года состоялось первое организационное заседание координационного совета по развитию технологии информационного моделирования (ВМ-технологии). В ходе заседания рабочая группа координационного совета обсудила ряд приоритетных вопросов по развитию технологий ВМ на ближайшее время:

- дальнейшие задачи координационного совета по развитию технологии информационного моделирования;
- состояние применения технологий информационного моделирования (ВМ);
- создание информационной модели объектов капитального строительства, строительство которых финансируется за счет средств бюджетов;
- действия Минстроя России по созданию правил разработки информационной модели и классификаторов строительной информации;
- практическое применение технологий информационного моделирования (ВМ-технологии) на основе единой цифровой платформы в виде совокупности сервисов для участников строительства по обучению и подготовке кадров, проектирования, оценки стоимости строительства, контроля и надзора ведения строительства, актуализации исполнительной документации в цифровой модели, интеграции цифровой модели для последующей эксплуатации, по оцифровке существующих архивов;
- возможность зарубежных и российских программных решений при создании информационной модели объекта капитального строительства;
- деятельность подведомственных организаций Министерства строительства и инфраструктуры и Министерства информационных технологий и связи Челябинской области, об организации межведомственного взаимодействия по вопросам применения ВМ технологий;
- организации взаимодействия в рамках деятельности координационного совета на базе Областного государственного казенного учреждения «Челябоблинвестстрой» и Союза строительных компаний Урала и Сибири в виде ВМ центра, как рабочей группы по направлениям проектирования, строительства, эксплуатации, контроля и надзора, образования и науки и т. п. для отработки практических вопросов применения технологий информационного моделирования;
- создание цифровой информации о территориях в целях обеспечения градостроительной деятельности в городе Челябинске.

Координационный совет в ходе заседания отметил следующее:



- нормативное правовое регулирование применения технологий информационного моделирования в России в настоящее время находится в начальной стадии;
- на уровне Российской Федерации предстоит создание законодательных и подзаконных актов по основам применения технологий информационного моделирования;
- в Челябинской области созданы условия для применения технологий информационного моделирования, в экспериментальном режиме ведется отработка применения технологий информационного моделирования на реальных объектах;
- в области необходимо активизировать и завершить в ближайшее время работу по созданию цифровой кадастровой карты территорий и информационных систем обеспечения градостроительной деятельности.

Координатор Ассоциации «Национальное объединение строителей» по Уральскому федеральному округу, генеральный директор ССК Ур-Сиб Ю.В. Десятков отдельно отметил, что саморегулируемая организация может быть инициативной площадкой для экспериментального практического применения BIM, при этом надо учесть, что «...СРО — все же общественная площадка, которая нуждается в поддержке и в представительстве региона, поэтому BIM центр как рабочая группа на основе межведомственного взаимодействия должен работать при региональном Министерстве строительства».

Участники координационного совета сошлись во мнении, что в субъектах Российской Федерации нужно создавать условия для практического применения новых технологий. Власти Челябинской области поддерживают эту работу и готовы к участию в ней. Однако на заседании прозвучали мнения о том, что приступить к практической отработке применения технологий информационного моделирования (BIM) станет возможным только после издания федеральных требований и правил, которых сейчас недостаточно.

BIM центр при региональном Министерстве строительства создан и в рабочем порядке, по мере поступления законных и нормативных актов, продолжает плодотворную работу по созданию условий благоприятной среды для практического применения новых технологий.

### **Вопросы и учебные задания**

1. Какова роль Союза строительных компаний Урала и Сибири в цифровизации строительной отрасли?
2. Какие проблемы сдерживают развитие технологий информационного моделирования?
3. Задачи координационного совета по развитию технологии информационного моделирования, созданного в Челябинской области.
4. Для чего создан BIM центр в Челябинской области?

## Библиографический список

1. *Альтшуллер, Г. С.* Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. — Кишинев : Картя Молдовеняска, 1989. — 381 с.
2. *Байбурин, А. Х.* Надежность организационно-технологических систем : учеб. пособие / А. Х. Байбурин, Н. В. Кочарин, Д. А. Байбурин, С. М. Вайсман. — Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2018. — 84 с.
3. *Байбурин, А. Х.* Научно-исследовательская работа магистрантов инновационной программы с основами патентоведения / А. Х. Байбурин, Н. В. Кочарин, И. А. Шишкеедова, Б. В. Шмаков. — Челябинск : Полиграф Центр, 2019. — 79 с.
4. Вайсман, С. М. Разработка организационно-технологических решений в строительстве с использованием технологий информационного моделирования (ТИМ) / С. М. Вайсман, А. Х. Байбурин // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Строительство и архитектура». — 2016. — Т. 16, № 4. — С. 21—28.
5. *Вахмистров, А. И.* Индустриальное домостроение / А. И. Вахмистров, Э. К. Гобеев. — Санкт-Петербург : Славутич, 2019. — 260 с.
6. *Глушков, В. А.* Что такое ОГАС / В. А. Глушков, В. Я. Валах. — Москва : Наука, 1981. — 160 с.
7. *Григорьев, С. Н.* Перспективы развития аддитивного производства в России и за рубежом / С. Н. Григорьев, И. Ю. Смуров // Инновации. — 2013. — № 10(180). — С. 76—82.
8. *Гусаков, А. А.* Системотехника строительства / А. А. Гусаков. — Москва : Стройиздат, 2004. — 368 с.
9. *Гусаков, А. А.* Организационно-технологическая надежность строительства / А. А. Гусаков, С. А. Веремеенко, А. В. Гинзбург ; под ред. А. А. Гусакова. — Москва : SvR-Аргус 1994. — 472 с.
10. История создания сметных программ. — URL: [https://www.all-smety.ru/polezno\\_znat/istoriya-sozdaniya-smetnykh-programm](https://www.all-smety.ru/polezno_znat/istoriya-sozdaniya-smetnykh-programm).
11. *Макафи, Э.* Машина, платформа, толпа. Наше цифровое будущее / Э. Макафи, Э. Бриньолфсон ; пер. с англ. А. Паникарова. — Москва : Изд. МИФ, 2018. — 428 с.
12. Национальная технологическая инициатива. — URL: <https://asi.ru/nti/>.
13. О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : Указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016 г. // ИПП «Гарант». — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71451998/>.
14. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы : Указ Президента РФ от 9.05.2017 г. № 203 // ИПП «Гарант». — URL: [http:// docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru).

ru/document/420245345<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570>.

15. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства : приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ № 926/пр от 29.12.2014 года (с изменениями на 4 марта 2015 года) // Электронный фонд «Тех-эксперт» — URL: <http://docs.cntd.ru/document/420245345>.

16. *Талапов, В. В.* Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В. В. Талапов. — Москва : ДМК-Пресс, 2015. — 410 с.

17. *Шарипов, Р. Х.* ТРИЗ нужна России: проблемы технического творчества / Р. Х. Шарипов // ТРИЗ-2009. — Вып. 2. — Чебоксары : Новое время, 2018. — 412 с.

18. *Шваб, К.* Четвертая промышленная революция / К. Шваб. — Москва : Эксмо, 2016. — 138 с.

19. *Эшби, У. Р.* Введение в кибернетику / У. Р. Эшби. — Москва : Иностранная литература, 1959. — 432 с.

20. AEC (CAN) BIM protocol. Implementing Canadian BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry based on international collaboration. Version 1. The AEC (UK) committee, AEC (CAN) CanBIM designers committee, 2012. — 54 p.

21. Common BIM Requirements 2012. Series 13. Use of models in construction. COBIM project, 2012. — 21 p.

22. National BIM standard — United States. Version 2. National Institute of building sciences building SMART alliance, 2012. — 676 p.

23. New Zeland BIM Handbook. A guide to enabling BIM on building projects. Building and construction productivity partnership, 2014. — 142 p.

24. PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling. The British Standards Institution, 2013. — 68 p.

25. Singapore BIM Guide. Version 2. Building and construction authority, 2013. — 70 p.

## План мероприятий по цифровизации строительной отрасли

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
1	<p style="text-align: center;"><b>Этап 1. Подготовительный (2019—2020 гг.)</b></p> <p>Внесение изменений в Градостроительный кодекс РФ, предусматривающих:</p> <p>а) определение юридической границы между информационной моделью и иными базами данных об объекте капитального строительства;</p> <p>б) наделение Правительства РФ полномочиями:</p> <p>по определению случаев, когда создание и ведение информационной модели является обязательным при разработке обоснования инвестиций, проектной документации, осуществлении строительства, реконструкции, реставрации, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ, средств юридических лиц, созданных Российской Федерацией, субъектами РФ, муниципальными образованиями, юридических лиц, доля в уставных (складочных) капиталах которых РФ, субъектов РФ, муниципальных образований составляет более 50 %;</p> <p>в) установление порядка утверждения состава, правил создания и ведения информационной модели, классификатора строительной информации для случаев, когда создание и ведение информационной модели является обязательным;</p> <p>г) определение, что выполнение работ по договору подряда на подготовку обоснования инвестиций, проектной документации должно предусматривать обязанность лица, осуществляющего подготовку обоснования инвестиций, архитектурно-строительное</p>	Федеральный закон	Создана нормативно-правовая база для внедрения обязательного применения технологий информационного моделирования в случаях, установленных Правительством РФ. Создана нормативно-правовая база перевода в электронную форму ведения исполнительной документации, общего и специальных журналов	I квартал 2020 г.	Минстрой России, Минэкономразвития России, Минкомсвязь России, Минси, Минкультуры России, Минэнерго России, ФАС России, Росстехнадзор с участием ФАУ «ФЦС», ФАУ «Главгосэкспертиза России»

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид доку- мента	Ожидаемый результат	Срок	Испол- нитель (соиспол- нители)
	<p>проектирование осуществить разработку обоснования инвестиционной, проектной документации, в том числе в форме информационной модели, если создание и ведение информационной модели является, а также по требованию застройщика, технического заказчика;</p> <p>д) определение, что выполнение работ по договору строительного подряда, должно предусматривать обязанность подрядчика при осуществлении строительства ведения информационной модели для целей фиксации фактического состояния строительства, ведения исполнительной документации, общего и специальных журналов, в случаях, когда создание и ведения информационной модели является обязательным, а также по требованию застройщика, технического заказчика;</p> <p>е) перевод ведения исполнительной документации, общего и специальных журналов в электронную форму с законодательным закреплением возможности такого ведения в рамках информационного моделирования объектов капитального строительства.</p> <p>Определение периодичности передачи в актуальной версии исполнительной документации, общего и специального журнала в информационных системы обеспечения градостроительной деятельности, если их ведение осуществляется в электронной форме</p>				

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
2	<p>Внесение изменений в Федеральный закон от 05 апреля 2013г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»:</p> <p>а) возложение на Правительство РФ полномочий по определению случаев, когда при заключении государственного или муниципального контракта одновременно на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию подготовка обоснования инвестиций не является обязательной;</p> <p>б) установление возможности заключения отдельного контракта на разработку обоснования инвестиций;</p> <p>в) определение, что при заключении контрактов жизненного цикла, контрактов, предметом которых являются выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объектов капитального строительства, такие контракты должны предусматривать обязанность подрядчика:</p> <p>осуществить разработку проектной документации, в том числе в форме информационной модели, если создание и ведение информационной модели является обязательным, а также по требованию застройщика;</p> <p>при осуществлении строительства вести информационную модель для целей фиксации фактического состояния строительства, ведения исполнительной документации, общего и специальных журналов, если создание и ведение информационной модели является обязательным, а также по требованию застройщика.</p>	Федеральный закон, акт Правительства РФ, акт Министра России	Сняты препятствия для внедрения в практику контрактов жизненного цикла и контрактов на выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объектов капитального строительства, в том числе предусматривающие использование информационных технологий информационного моделирования	I квартал 2020 г.	Минстрой России, Минэкономразвития России, Минфин России, Минкультуры России, Минэнерго России, ФАС России, с участием ФАУ «ФЦС», ФАУ «Главгосэкспертиза России»

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
3	<p>Принятие нормативных правовых актов Правительства РФ, предусматривающих:</p> <p>а) расширение сферы применения контракта жизненного цикла на стадию эксплуатации в отношении всех объектов, указанных в Постановлении Правительства РФ от 28 ноября 2013 г. № 1087;</p> <p>б) расширение сферы применения Постановления Правительства РФ от 26 ноября 2013 г. № 1071 «Об утверждении Правил принятия решений о заключении от имени РФ государственных контрактов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг для обеспечения федеральных нужд, соглашений о государственно-частном партнерстве и концессионных соглашений на срок, превышающий срок действия утвержденных лимитов бюджетных обязательств» на контракты жизненного цикла и контракты на выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объектов капитального строительства;</p> <p>в) упрощение состава обоснования инвестиций при заключении государственного или муниципального контракта одновременно на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства;</p> <p>г) определение случаев, когда при заключении государственного или муниципального контракта одновременно на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию подготовка обоснования инвестиций не является обязательной</p>				

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид доку- мента	Ожидаемый результат	Срок	Испол- нитель (соиспол- нители)
4	<p>Внесение изменений в нормативные правовые акты Минстроя России в части:</p> <p>а) определения порядка расчета цены работ по разработке обоснования инвестиций;</p> <p>б) учета дополнительных затрат при разработке проектной документации с использованием технологий информационного моделирования;</p> <p>в) введения в типовые государственные (муниципальные) контракты на выполнение работ, связанных со строительством объекта капитального строительства возможности возложить на исполнителя:</p> <p>ведения базы данных об ОКС в соответствии с определенными требованиями;</p> <p>предоставления заказчику вариантов трехмерной модели планируемого к строительству ОКС в открытом, непроприетарном, стандартизированном формате представления и передачи информации</p> <p>- для контракта на обоснования инвестиций;</p> <p>предоставления на государственную экспертизу кроме классических чертежей дополнительно информационной модели в открытом, непроприетарном, стандартизированном формате представления; и передачи информации - для контракта на проектирование;</p> <p>ведение исполнительной документации в электронной форме, изготовление трехмерного технического плана, предоставление эксплуатирующей организации информационной модели в открытом, непроприетарном, стандартизированном формате представления и передачи информации - для контракта на строительство</p>				



№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
5	<p>Формирование базы нормативно-технических документов добровольного применения, определяющих в сфере информационного моделирования:</p> <p>а) состав информационной модели объекта капитального строительства для различных стадий жизненного цикла, назначения объекта капитального строительства, задач информационного моделирования, уровня детализации;</p> <p>б) правила создания и ведения информационных моделей объектов капитального строительства;</p> <p>в) классификатор строительной информации, применяемый для создания и ведения информационных моделей объектов капитального строительства;</p> <p>г) форматы для обмена данными между существующими частями информационной модели объекта капитального строительства;</p> <p>д) требования к библиотекам компонентов для информационного моделирования;</p> <p>е) использование результатов информационного моделирования на стадии эксплуатации;</p> <p>ж) гармонизация ранее принятых нормативно-технических документов с международным и российским законодательством</p>	Акт Минстроя России	Создана нормативная техническая база для внедрения информационного моделирования объектов капитального строительства	I квартал 2020 г.	Минстрой России, Ростандарт, ФАУ «ФЦС», ФАУ «Главгосэкспертиза России», отраслевые федеральные органы исполнительной власти

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
6	<p>Утверждение плана мероприятий по переводу процедур в градостроительной сфере в электронную форму, включающего следующие меры:</p> <p>а) наделение Правительства РФ полномочиями по определению случаев осуществления процедур в сферах строительства исключительно в электронной форме;</p> <p>б) наделение федеральных органов исполнительной власти полномочиями по утверждению единых стандартов предоставления государственных и муниципальных услуг и исполнения государственных и муниципальных функций, являющихся процедурами в сферах строительства, устанавливающих единые перечни необходимых документов, основания для отказа в приеме документов и для отказа в предоставлении услуг;</p> <p>в) наделение федеральных органов исполнительной власти полномочиями по утверждению единых форм заявлений на осуществление процедур, документов, являющихся результатом указанных процедур;</p> <p>г) создание системы присвоения уникального идентификационного номера объекту капитального строительства, введение обязанности указания такого номера в документах, используемых при прохождении процедур;</p> <p>д) создание системы присвоения уникального идентификационного номера каждому документу, помещаемому на хранение в информационную систему обеспечения градостроительной деятельности, единую государственную систему регистрации заключений, введение обязанности указания таких номеров при осуществлении процедур вместо направления документов;</p> <p>е) выявление и устранение коллизий и пробелов в регулировании процедур;</p>	<p>Распоряжение и Правила строительства РФ, постановления в электронной форме</p> <p>Правила строительства РФ</p>	<p>Утвержден план мероприятий по переводу процедур в градостроительной сфере в электронную форму.</p> <p>Создана правовая база для формирования площадок подачи заявлений на осуществление процедур в градостроительной сфере</p>	<p>I квартал 2020 г.</p>	<p>Минстрой России, Минэкономразвития, Минвостокосвязи России, АО «ДОМ.РФ»</p>

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
	<p>ж) учета при применении риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного строительного надзора факта ведения информационной модели и предоставления ее органам экспертизы, государственного строительного надзора и иным лицам в ходе осуществления градостроительной деятельности</p>				
7	<p>Внесение изменений в нормативные правовые акты Правительства РФ в части обеспечения правовой возможности использования для электронного взаимодействия с государственными органами, органами местного самоуправления при осуществлении градостроительных процедур, исполнении государственных функций, а также с организациями, осуществляющими эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения.</p> <p>а) единой информационной системы жилищного строительства — в отношении строящихся многоквартирных жилых домов;</p> <p>б) программного обеспечения технологии информационного моделирования — в отношении иных видов объектов капитального строительства.</p>	Ф е д е - ральный закон	Формирование правовых основ функционирования Единой цифровой платформы	I квартал 2020 г.	Минстрой России, Минэкономразвития, Минсвязи России
8	<p>Внесение изменений в Градостроительный кодекс РФ, предусматривающих формирование правовых основ функционирования Единой цифровой платформы как государственной информационной системы, осуществляющей выполнение следующих функций:</p> <p>а) хранение информационных моделей объектов капитального строительства, разработанных за счет средств бюджетов бюджетной системы РФ;</p> <p>б) опубликование реестра машинчитаемых алгоритмов требований, подлежащих проверке при проведении экспертизы проектной документации;</p> <p>в) сбор и опубликование единой статистической строительной информации;</p>				

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
	<p>г) хранение документов, подлежащих хранению в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности, если такое хранение в этих системах невозможно (в случае отсутствия такой системы в субъекте РФ на 01.01.2022 года);</p> <p>д) присвоение уникальных идентификационных номеров объектам капитального строительства;</p> <p>е) размещение для всеобщего доступа информации о развитии информационного моделирования в РФ, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативные правовые акты и нормативно-технические документы в сфере информационного моделирования;</li> <li>- реестр программного обеспечения информационного моделирования</li> </ul>				
9	<p>Утверждение плана мероприятий по автоматизации экспертизы проектной документации, предусматривающего:</p> <p>а) введение возможности направления в составе материалов для проведения государственной экспертизы проектной документации информационной модели в открытом, неproprietaryном, стандартизированном формате представления и передачи информации и иных определенных форматах;</p> <p>б) перевод документов, устанавливающих требования, проверяемые при осуществлении экспертизы, в формат машиночитаемых алгоритмов;</p> <p>в) утверждение форматов, в которых допускается передача в форме электронного документа проектной документации, разработанной с использованием технологии информационного моделирования;</p> <p>г) разработку программного обеспечения, обеспечивающего выявление отклонений электронной проектной документации по отношению к электронным требованиям;</p>	Распоряжение и Правила деятельности РФ	Утвержден план мероприятий по автоматизации экспертизы проектной документации	II квартал 2020 г.	Минстрой России

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
10	<p>д) устранение коллизий и пробелов регулирования в документах, устанавливающих требования, проверяемые при осуществлении экспертизы проектной документации;</p> <p>е) перевод накопленных специальных условий в формат нормативных технических документов;</p> <p>ж) актуализация нормативных технических документов с учетом появления новых технологий</p> <p>Утверждение плана мероприятий по созданию системы сбора в режиме реального времени достоверных сведений о градостроительной деятельности, предусматривающего:</p> <p>а) введение обязанности операторов информационных систем, обеспечивающих осуществление процедур, направлять в Единую цифровую платформу сведения, необходимые для обобщения;</p> <p>б) определение видов обобщенных данных на всех стадиях жизненного цикла, сбор которых необходим для реализации государственной политики в градостроительной сфере, а также в деятельности участников градостроительных отношений;</p> <p>в) утверждение классификатора деления обобщенных данных по территориям, стадиям жизненного цикла, назначению объектов капитального строительства, иным признакам;</p> <p>г) вилы обобщенных данных, подлежащих опубликованию, периодичность, сроки и формы их опубликования;</p> <p>д) меры ответственности за непредставление данных для обобщения, невоевременное представление данных, представление недостоверных данных;</p> <p>е) порядок исправления выявленных ошибок в обобщенных данных</p>	Распоряжение Правительства РФ	Утвержден план мероприятий по созданию системы сбора в режиме реального времени достоверных сведений о градостроительной деятельности на период до 2022 года	II квартал 2020 г.	Минстрой России

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
11	<p>Утверждение плана мероприятий по созданию системы хранения, предоставления и опубликования в электронной форме документов о градостроительной деятельности, предусматривающего:</p> <p>а) переход на хранение документов исключительно в электронной форме;</p> <p>б) исключение хранение одного и того же документа одновременно в нескольких информационных системах;</p> <p>в) определения порядка присвоения каждому документу, поступившему на хранение, уникального идентификационного номера;</p> <p>г) распространение на общие правила хранения документов и их предоставления норм законодательства об архивном деле</p>	<p>Распоряжение и Правила Правительства РФ</p>	<p>Утвержден план мероприятий по созданию системы сбора в реальные времени достоверных сведений о градостроительной деятельности на период до 2022 года</p>	<p>II квартал 2020 г.</p>	<p>Минстрой России</p>
12	<p>Установление случаев обязательности создания и ведения информационных моделей при осуществлении капитальных вложений, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ (пилотный проект)</p>	<p>Постановление Правительства РФ</p>	<p>Определены случаи, когда применение технологий информационно-моделирования при осуществлении капитальных вложений, финансируемых с привлечением средств бюджетной системы РФ является обязательным (пилотный проект)</p>	<p>III квартал 2020г.</p>	<p>Минстрой России, с участием ФАУ «ФЦС», ФАУ «Главгосэкспертиза России», АО «ДОМ.РФ»</p>

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
13	Издание акта Минтруда о корректировке профессиональных стандартов в сфере проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства, в части определения случаев необходимости наличия знаний в области информационного моделирования	П о с т а - новление П р а в и - тельства РФ		IV квар- тал 2020 г.	Минтруд России, Минобрна- уки России, Минфин Р о с с и и , Минстрой России
14	Издание акта Минобрнауки России о корректировке программ образования в сфере проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений с целью учета требования наличия знаний в области информационного моделирования объектов капитального строительства		Н о р м а т и в н ы е правовые акты федеральных ор- ганов исполни- тельной власти. Создана правовая основа поддержа- ки подготовки специалистов в сфере про- ектирования, строительства и эксплуатации, обладающих зна- ниями в области информационно- го моделирования объектов капи- тального строи- тельства		

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
15	Издание постановления Правительства РФ о формировании Фонда поддержки развития информационного моделирования и порядка субсидирования этим фондом повышения квалификации в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства специалистов в области проектирования зданий и сооружений				
16	Утверждение положения о Единой цифровой платформе, включающего определение оператора единой цифровой платформы	Постановление Правительства РФ	Обеспечение функционирования единой цифровой платформы. Определены оператор единой цифровой платформы	IV квартал 2020 г.	Министром России, Минкомсвязь России с участием ФАУ «ФЦС», ФАУ «Главгосэкспертиза России»



№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
17	Определение мер по стимулированию использования отечественного программного обеспечения для информационного моделирования в строительстве	Доклад в Правительство РФ	Определены меры по стимулированию использования отечественного программного обеспечения для информационного моделирования объектов капитального строительства	IV квартал 2020 г.	Минстрой России, Минэкономсвязь России, Минэкономразвития России с участием ФАУ «ФПС», ФАУ «Главгосэкспертиза России» АО «ДОМ.РФ»
18	Реализация пунктов плана мероприятий по переводу процедур в градостроительной сфере в электронную форму, предусмотренных в период 2019—2020 гг., в том числе:	Акты, указанные в плане	Результаты, указанные в плане	2020 г.	Органы, указанные в плане
18.1	Утверждение порядка присвоения уникального номера объекту капитального строительства	Приказ Минэкономсвязь России	Обеспечена основа для компьютерной идентификации каждого объекта капитального строительства	IV квартал 2020 г.	Минстрой России,

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
18.2	Предоставление иностранным юридически лицам возможности регистрации в единой системе идентификации и аутентификации	Нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти	Обеспечено допуск иностранных юридических лиц к единой системе идентификации и аутентификации	IV квартал 2020 г.	Минкомсвязь России, ФСБ России
18.3	<p>Определение правил взаимодействия информационных систем, используемых в ходе осуществления процедур в сферах строительства, определяющих:</p> <p>а) набор информации, передаваемой между информационными системами;</p> <p>б) форматы передачи данных;</p> <p>в) протокол передачи данных (место размещения данных в период между их отправкой из одной информационной системой и принятием другой информационной системой; периодичность обмена данными между информационными системами; предельное время отправки данных в каждый цикл периодичности обмена данными);</p> <p>г) иные вопросы взаимодействия информационных систем</p>	Постановление Правительства РФ	Установлены перечни данных, передаваемых между информационными системами, форматы передачи данных, требования к периодичности и времени передачи данных; иные вопросы взаимодействия информационных систем	IV квартал 2020 г.	Минстрой России, Минкомсвязь России, Минэкономразвития России с участием ФАУ «ФЦС», ФАУ «Главгосэкспертиза России», АО «ДОМ.РФ»
19	Реализация пунктов плана мероприятий по автотизации экспертизы проектной документации, предусмотренных в период 2019 — 2020 гг.	Акты, указы, распоряжения, планы	Результаты, указанные в плане	2020 г.	Органы, указанные в плане

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
20	Реализация пунктов плана мероприятий по созданию системы сбора в режиме реального времени достоверных сведений о градоостроительной деятельности в период 2019 — 2020 гг.	Акты, указанные в плане	Результаты, указанные в плане	2020 г.	Органы, указанные в плане
21	Реализация пунктов плана мероприятий по созданию системы хранения, представления и опубликования в электронной форме документов о градоостроительной деятельности в период 2019 — 2020 гг.	Акты, указанные в плане	Результаты, указанные в плане	2020 г.	Органы, указанные в плане
<b>Этап 2. Основной (2021—2024 гг.)</b>					
22	Реализация пилотного проекта обязательности создания и ведения информационной модели при осуществлении капитальных вложений, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ	Доклад в Правительство РФ	Выявление проблем нормативно-технического регулирования информационного моделирования объектов капитального строительства по итогам реализации пилотного проекта	2021–2022 гг.	Минстрой России

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
23	Определение мест хранения информационных моделей объектов капитального строительства отраслевого назначения	П о с т а - новление П р а в и - т е л ь с т в а Р Ф А к т ы р а л ь н ы х о р г а н о в и с п о л н и - т е л ь н о й в л а с т и	Определены места хранения информационных моделей объектов капитального строительства отраслевого назначения	II квартал 2021 г.	Минстрой России Минэкономразвития России Минкомсвязь России Ростехнадзор
24	Установление порядка ведения исполнительной документации, общего и специальных журналов в электронной форме, включение в состав исполнительной документации сведений об авариях и несчастных случаях при осуществлении строительства	П р и к а з Р о с т е х - н а д з о р а	Введена возможность ведения исполнительной документации, общего и специальных журналов в электронной форме, в том числе в форме информационной модели	II квартал 2021 г.	Ростехнадзор Минстрой России

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
25	Установление требований к составу, содержанию и представлению эксплуатационной документации зданий и сооружений, а также помещений в зданиях совместного домовладения, включение в состав эксплуатационной документации сведений об авариях и несчастных случаях при эксплуатации	Приказ Минстроя России	Установлены требования к составу, содержанию и представлению эксплуатационной документации зданий и сооружений, а также помещений в зданиях совместного домовладения	III квартал 2021 г.	Минстрой России
26	Ввод в эксплуатацию единой цифровой платформы	Доклад в Правительство РФ	Единая цифровая платформа введена в эксплуатацию	2022 г.	Минстрой России
27	Формирование в РФ нормативной правовой базы трехмерного описания здания и сооружения в ЕГРН. Определение дополнительных требований к информационной модели в части обеспечения постановки объекта капитального строительства на кадастровый учет в трехмерном измерении	Федеральный закон	Создана правовая база для формирования трехмерного кадастра объектов недвижимости	2022 г.	Минэкономразвития России, Минкомсвязь России, Минстрой России, Росреестр

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
28	<p>Определение требований к техническому плану в трехмерном измерении, порядка изготовления технического плана в трехмерном измерении, основанного на использовании технологии лазерного сканирования</p>	<p>Приказ Минэкономразвития России</p>	<p>Установлен порядок формирования технического плана в трехмерном измерении, основанного на использовании технологии лазерного сканирования</p>	<p>2023 г.</p>	<p>Минэкономразвития России</p>
29	<p>Включение в состав информационной модели сведений, необходимых для кадастрового учета</p>	<p>Нормативный технический документ</p>	<p>Создана база нормативных технических документов для использования технологий информационного моделирования в целях изготовления технического плана в трехмерном измерении</p>	<p>2023 г.</p>	<p>Министром России, Минэкономразвития, Росреестр, Росстандарт</p>

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
30	Расширение перечня случаев: обязательности создания и ведения информационной модели при осуществлении капитальных вложений, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ	П о с т а - н о в л е н и е П р а в и - т е л ь с т в а Р Ф	Расширен перечень случаев: обязательности применения технологий информационной моделирования при осуществлении капитальных вложений, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ	2023 г.	Минстрой России, Минкультуры России, Ростехнадзор с участием ФАУ «ФЦС», ФАУ «Главоза Россия», АО «ДОМ.РФ»
31	Реализация мер по стимулированию использования отечественного программного обеспечения для информационного моделирования в строительстве	Н о р м а - т и в н ы е п р а в о - м у л ь т и п л и к а ц и о н н ы е а к т ы с у ч е т о м д о к л а д а, п р о г р а м м н о г о п р е д у - с м о т р е н - н о г о п . 10	Реализуются меры по стимулированию использования отечественного программного обеспечения для информационного моделирования в строительстве	2021–2024 гг.	Минстрой России

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
32	Реализация мер субсидирования обучения специалистов в сфере проектирования, строительства и эксплуатации ОКС зданиями в области информационного моделирования ОКС	Нормативные правовые акты с учетом доклада, презентации и экспертного п. 11	Реализуются меры государственной поддержки специалистов в сфере проектирования, строительства и эксплуатации ОКС зданиями в области информационного моделирования	2021–2024 гг.	Минстрой России, Минобрнауки, Минфин России
33	Актуализация нормативно-технических документов в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства, в том числе гармонизация нормативно-технических документов с международным и российским законодательством	Нормативные технические документы в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства	Нормативные технические документы в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства гармонизируются с законодательством и международными стандартами	2021–2024 гг.	Минстрой России, Росстандарт
34	Реализация пунктов плана мероприятий по переводу процедур в градостроительной сфере в электронную форму, предусмотренных в период 2021—2024 гг.	Акты, указы, постановления в плане	Результаты, указанные в плане	2021–2024 гг.	Органы, указанные в плане



№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
35	Реализация пунктов плана мероприятий по автоматизации экспертизы проектной документации, предусмотренных в период 2021—2024 гг.	Акты, указанные в плане	Результаты, указанные в плане	2021–2024 гг.	Органы, указанные в плане
36	Реализация пунктов плана мероприятий по созданию системы сбора в режиме реального времени достоверных сведений о градоостроительной деятельности в период 2021 — 2024 гг.	Акты, указанные в плане	Результаты, указанные в плане	2021–2024 гг.	Органы, указанные в плане
37	Реализация пунктов плана мероприятий по созданию системы хранения, предоставления и опубликования в электронной форме документов о градоостроительной деятельности в период 2021 — 2024 гг.	Акты, указанные в плане	Результаты, указанные в плане	2021–2024 гг.	Органы, указанные в плане
<b>Этап 3. Завершающий (2025—2030 гг.)</b>					
38	Расширение перечня случаев: обязательности создания и ведения информационной модели при осуществлении капитальных вложений, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ	Постановления Правительства РФ	Обязательность применения технологий информационного моделирования распространяется на все случаи осуществления капитальных вложений, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ	2025 г.	Министром России, Минкультуры России, Ростехнадзор с участием ФАУ «ФЦС»; ФАУ «Глагол» за России», АО «ДОМ.РФ»

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
39	Введение обязанности включения сведений в формате трехмерного описания здания и сооружения в ЕГРН в случаях обязательности создания и ведения информационной модели	Федеральный закон	Создана правовая база для формирования трехмерного кадастра объектов недвижимости	2030 г.	Минэкономразвития России, Минкомсвязь России, Минстрой России
40	Актуализация нормативно-технических документов в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства, в том числе гармонизация нормативно-технических документов с международным и российским законодательством	Нормативно-технические документы	Нормативно-технические документы в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства гармонизируются с законодательством и международными стандартами	2025–2030 гг.	Минстрой России, Росстандарт
41	Реализация пунктов плана мероприятий по переводу процедур в градостроительной сфере в электронную форму, предусмотренных в период 2021—2024 гг.	Акты, указы, постановления в плане	Результаты, указанные в плане	2025–2030 гг.	Органы, указанные в плане

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)
42	Реализация пунктов плана мероприятий по автоматизации экспертизы проектной документации, предусмотренных в период 2021—2024 гг.	А к т ы , у к а з а н н ы е в п л а н е	Результаты, указанные в плане	2025–2030 гг.	О р г а н ы , у к а з а н н ы е в п л а н е
43	Реализация пунктов плана мероприятий по созданию системы сбора в режиме реального времени достоверных сведений о градоостроительной деятельности в период 2021—2024 гг.	А к т ы , у к а з а н н ы е в п л а н е	Результаты, указанные в плане	2025–2030 гг.	О р г а н ы , у к а з а н н ы е в п л а н е
44	Реализация пунктов плана мероприятий по созданию системы хранения, предоставления и опубликования в электронной форме документов о градоостроительной деятельности в период 2021—2024 гг.	А к т ы , у к а з а н н ы е в п л а н е	Результаты, указанные в плане	2025–2030 гг.	О р г а н ы , у к а з а н н ы е в п л а н е

## Законодательные акты по введению института информационного моделирования

Наименование документа, статус	Дата введения	Краткое содержание
Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы»	Со дня подписания	Положения Указа затрагивают технологии информационного (цифрового) моделирования зданий и сооружений, поскольку они являются ключевыми технологиями в общей структуре цифровой экономики, т. к. могут существенно повлиять на один из важнейших секторов экономики РФ — строительный комплекс.
Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденный президентом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24.12.18 г.).	Со дня подписания	До 31.12.20 г. - создание цифровых платформ для реализации исследований и разработок по направлениям сквозных цифровых технологий. До 31.12.20 г. — поддержка российских высокотехнологичных компаний-разработчиков продуктов, сервисов и платформенных решений на базе сквозных информационных технологий. До 30.06.21 г. - формирование спроса на передовые российские цифровые технологии, продукты и платформенные решения (утверждение стратегии и назначение высших должностных лиц). До 31.12.24 г. — подготовка квалифицированных кадров для цифровой экономики.
Паспорт федерального проекта «Цифровое государственное управление», утвержденный протоколом № 9 от 28.05.2019 г.	Со дня подписания	Мероприятие 1.21 проекта: к 31.12.2024 г. введение в эксплуатацию платформ «Цифровое строительство» - системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства на основе технологий информационного моделирования.
Проект Федерального закона «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации в части введения института информационного моделирования».	Дата вступления в силу — 01.01.2022	На законодательном уровне вводится понятие «информационная модель объекта» единая отраслевая цифровая платформа «Цифровое строительство». Вводятся статьи 57 <sup>4</sup> . «Информационная модель объекта капитального строительства» и 57 <sup>5</sup> . «Классификатор строительной информации».

Наименование документа, статус	Дата введения	Краткое содержание
Проект Постановления Правительства РФ «О государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности РФ (единой государственной отраслевой цифровой платформе «Цифровое строительство»».	Срок подготовки — декабрь — март 2020	Определяет правовой статус, устанавливает перечень видов сведений, документов, материалов об объектах капитального строительства, необходимых для осуществления градостроительной деятельности, порядок ведения такой системы, порядок предоставления доступа к таким сведениям
Проект Постановления Правительства РФ «О перечне случаев обязательного формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства».	Срок подготовки — декабрь 2021	Устанавливает перечень случаев обязательного формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства при проведении инженерных изысканий, архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, эксплуатации и сносе объекта капитального строительства.
Проект Приказа Минстроя России «О формировании и ведении классификатора строительной информации».	Срок подготовки — декабрь 2019	Устанавливает правила формирования и ведения информационного ресурса, распределяющего информацию об объектах и ассоциированную с ними информацию в соответствии с ее классификацией.
Проект Приказа Минстроя России «Об утверждении правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, составе сведений, документов и материалов, подлежащих включению в информационную модель объекта капитального строительства».	Срок подготовки — март 2020	Устанавливает общие требования к формированию и ведению информационной модели объекта капитального строительства, а также определяет состав сведений, документов и материалов, подлежащих включению в информационную модель.
Проект Приказа Минстроя России «Об утверждении правил выполнения и оформления проектной и рабочей документации в форме информационной модели объекта капитального строительства».	Срок подготовки — декабрь 2021	Устанавливает требования к выполнению и оформлению проектной и рабочей документации в форме информационной модели объекта капитального строительства.

Наименование документа, статус	Дата введения	Краткое содержание
<p>Проект Приказа Минстроя России «Об утверждении требований к информационной модели объекта капитального строительства для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий и проверки достоверности определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства».</p>	<p>Срок подготовки — декабрь 2021</p>	<p>Устанавливает требования к формированию информационной модели объекта капитального строительства на этапе проведения государственной экспертизы проектной и (или) результатов инженерных изысканий и проверки достоверности определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства.</p>
<p>Проект Приказа Минстроя России «Об утверждении требований к информационной модели капитального строительства, ведение которой обеспечивает лицо, ответственное за эксплуатацию здания, сооружения».</p>	<p>Срок подготовки — декабрь 2021</p>	<p>Устанавливает требования к формированию информационной модели объекта капитального строительства на этапе эксплуатации, здания и сооружения.</p>
<p>Принятие Приказа Минстроя России «Об определении подведомственного государственного учреждения, уполномоченного на ведение государственной информационной системы обеспечения строительной деятельности РФ (единой государственной отраслевой цифровой платформы «Цифровое строительство»)».</p>	<p>Срок подготовки — март 2020</p>	<p>Наделяет ФАУ «ФЦС» полномочиями по ведению государственной информационной системы обеспечения строительной деятельности РФ (единой государственной отраслевой цифровой платформы «Цифровое строительство»).</p>
<p>Внесение изменений в Постановление Правительства РФ от 19 января 2006 г. № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».</p>	<p>Срок подготовки — декабрь 2020</p>	<p>Установление возможности формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства на этапе выполнения инженерных изысканий.</p>

Наименование документа, статус	Дата введения	Краткое содержание
Внесение изменений в Постановление Правительства РФ от 1 февраля 2006 г. № 54 «О государственном строительном надзоре в Российской Федерации».	Срок подготовки — декабрь 2020	Установление возможности формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства на этапе государственного строительного надзора, обязательности использования при строительном надзоре сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, содержащихся в едином государственном реестре заключений и государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности.
Внесение изменений в Постановление Правительства РФ от 9 июня 2006 г. № 363 «Об информационном обеспечении градостроительной деятельности».	Срок подготовки — март 2020	Установление возможности включения в состав государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности информационных моделей объектов капитального строительства.
Внесение изменений в Постановление Правительства РФ от 5 марта 2007 г. № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».	Срок подготовки — декабрь 2020	Установление возможности формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства на этапе проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий.
Внесение изменений в Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».	Срок подготовки — декабрь 2021	Установление требований к представлению проектной документации в форме информационной модели объекта капитального строительства.
Внесение изменений в Постановление Правительства РФ от 4 июля 2017 г. № 788 «О направлении документов, необходимых для выдачи разрешения на строительство и разрешения на ввод в эксплуатацию, в электронной форме».	Срок подготовки — декабрь 2020	Установление возможности формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства на этапе выдачи разрешения на строительство и разрешения на ввод в эксплуатацию.

Наименование документа, статус	Дата введения	Краткое содержание
Внесение изменений в Приказ Минстроя России от 22 февраля 2018 г. № 115/пр «Об утверждении порядка ведения государственного реестра заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства и представления содержащихся в нем сведений и документов».	Срок подготовки — декабрь 2020	Создание подсистемы, обеспечивающей сбор, хранение и представление проектной документации и результатов инженерных изысканий в форме информационных моделей объектов капитального строительства, поддерживающей формирование и ведение библиотеки экономически эффективной проектной документации повторного использования, выполненной в форме информационной модели.
Внесение изменений в Приказ Минстроя России от 8 июня 2018 г. № 341/пр «Об утверждении Требований к составу, содержанию и порядку оформления заключения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий».	Срок подготовки — декабрь 2021	Создание подсистемы, обеспечивающей сбор, хранение и представление проектной документации и результатов инженерных изысканий в форме информационных моделей объектов капитального строительства, поддерживающей формирование и ведение библиотеки экономически эффективной проектной документации повторного использования, выполненной в форме информационной модели.
Внесение изменений в Приказ Ростехнадзора от 12 декабря 2006 г. № 1128 «Об утверждении и введении в действие Требований к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требований, предъявляемых к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения».	Срок подготовки — декабрь 2021	Установление возможности формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства на этапе осуществления государственного строительного надзора.
Внесение изменений в Приказ Ростехнадзора от 26 декабря 2006 г. № 1130 «Об утверждении и введении в действие Порядка формирования и ведения дел при осуществлении государственного строительного надзора».	Срок подготовки — декабрь 2021	Установление возможности формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства на этапе осуществления государственного строительного надзора.



Наименование документа, статус	Дата введения	Краткое содержание
<p>Внесение изменений в Приказ Ростехнадзора от 12 января 2007 г. № 7 «Об утверждении и введении в действие Порядка ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства».</p>	<p>Срок подготовки — декабрь 2021</p>	<p>Установление возможности формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства на этапе осуществления государственного строительного надзора.</p>

## Перечень национальных BIM-стандартов и норм

Обозначение, наименование, статус	Дата введения	Описание, область применения
1. ГОСТ Р 57309-2016 (ИСО 16354:2013) Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов	01.07.2017 г.	Стандарт является модификацией международного стандарта ИСО 16354:2013* «Руководящие указания по библиотекам знаний и объектным библиотекам» (ISO 16354:2013 Guidelines for knowledge libraries and object libraries, MOD). Цель стандарта заключается в категоризации библиотек знаний и библиотек объектов, а также в предоставлении рекомендаций по созданию таких библиотек. Стандарт ориентирован на разработчиков библиотек знаний, создателей интерфейсов библиотек данных и разработчиков приложений, работа которых базируется на использовании этих библиотек.
2. ГОСТ Р 57310-2016 (ИСО 29481-1:2010) Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат	01.07.2017 г.	Стандарт является модификацией международного стандарта ИСО 29481-1: 2010 «Моделирование информационное зданий и сооружений. Руководство по доставке информации. Часть 1. Методология и формат» (ISO 29481-1:2010 Building information models — Information delivery manual. Part 1: Methodology and format. MOD). Стандарт устанавливает методологию и формат для создания интегрированных ссылок на процессы и данные, необходимые при информационном моделировании. Содержит примеры идентификации и описания процессов, осуществляющихся при строительстве, информации, требуемой для получения результатов в форме, позволяющей ее повторное использование, с возможностью настройки процессов в соответствии с национальными, локальными и проектными требованиями. Стандарт ориентирован на разработчиков строительных информационных платформ.
3. ГОСТ Р 57311-2016 Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершения строительства	01.07.2017 г.	Стандарт устанавливает требования к эксплуатационной информационной модели (ЭИМ) объекта капитального строительства, которые должны обеспечивать — целостность данных и информации, необходимой для реализации всех бизнес-процессов, связанных с управлением активами, эксплуатацией завершения объекта капитального строительства; — доступность информации для персонала организации-собственника объекта или эксплуатирующей организации, осуществляющей управление активом, участвующего в реализации бизнес-процессов, связанных с эксплуатацией объекта завершения строительства.

Обозначение, статус наименования	Дата введения	Описание, область применения
4. ГОСТ Р ИСО 22263-2017 Модель организации данных о строительных работах. Структура управления проектной информацией	01.10.2017 г.	Стандарт идентичен международному стандарту ИСО 22263:2008* «Структура информации о строительных работах. Основы менеджмента информации о строительном объекте» (ISO 22263:2008 Organization of information about construction works — Framework for management of project information, ID1). Стандарт определяет основу для организации проектной информации (связанной как с процессом, так и с продуктом) в строительных проектах. Цель стандарта — облегчить процесс контроля, обмена, поиска и использования соответствующей информации о проекте и строительном объекте. Стандарт предназначен для всех участников проектной команды, как для управления процессом строительства в целом, так и для координации его подпроцессов и мероприятий.
5. ГОСТ Р 57563-2017 (ISO 12911-2016) Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений	01.10.2017 г.	Стандарт идентичен международному документу ISO/TS 12911:2012* «Общие принципы разработки стандартов информационного моделирования зданий и сооружений» (ISO/TS 12911:2012 Framework for building information modeling (BIM) guidance, ID1). Стандарт устанавливает основополагающие принципы разработки требований к результатам работ по информационному моделированию зданий и сооружений (BIM). Стандарт ориентирован для лиц, ответственных за управление информацией, которые на его основе смогут создавать стандарты информационного моделирования международного и национального уровня, а также стандарты для отдельных проектов; также стандарт может быть использован разработчиками программного обеспечения.
6. ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017 Строительство. Часть 2. Основы классификации информации	01.10.2017 г.	Стандарт идентичен международному стандарту ИСО 12006-2:2015 «Строительство зданий. Организация информации о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации» (ISO 12006-2:2015 Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification of information, ID1). Стандарт определяет основу для разработки классификационных систем, применяемых в искусственной среде. Приведен набор рекомендованных наименований классификационных таблиц для ряда классов информационных предметов в соответствии с рассматриваемым признаком, а также в соответствии с их определениями. Распространяется на полный жизненный цикл строительных работ, включая составление технического задания, проектноую подготовку, разработку документации, строительство, эксплуатацию и техническое обслуживание, снос любых объектов строительства.

Обозначение, наименование, статус	Дата введения	Описание, область применения
7. ГОСТ Р ИСО 12006-3-2017 Строительство. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией	01.10.2017 г.	Стандарт идентичен международному стандарту ИСО 12006-3:2007 «Строительство зданий. Организация информации о строительных работах. Часть 3. Основы объектно-ориентированного обмена информацией» (ISO 12006-3:2007 «Building construction — Organization of information about construction works — Part 3: Framework for object-oriented information», IDT). В стандарте представлена независимая от языка информационная модель, которую можно использовать при разработке словарей для хранения и предоставления информации о строительных работах, что позволяет делать ссылки в общей структуре на системы классификации, информационные модели, модели объектов и модели процессов. Стандарт ориентирован на разработчиков программных обеспечений.
8. СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственными отделами	02.03.2018 г.	Свод правил распространяется на строительство новых, реконструкцию и снос существующих зданий и сооружений, возводимых на основании разрешения на строительство, полученного в установленном порядке, а также на благоустройство и инженерную подготовку территорий и устанавливает правила организации работ производственно-техническими отделами при использовании информационного моделирования.
9. СП 331.1311500.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах	19.03.2018 г.	Свод правил предназначен для создания и эксплуатации информационных систем, взаимодействующих между собой в процессе жизненного цикла зданий и сооружений и реализующих технологию информационного моделирования объекта строительства. Свод правил определяет: — interoperability в области технологии информационного моделирования зданий и сооружений; — методы достижения interoperability при взаимодействии информационных систем и их компонентов (программных комплексов и программных платформ, поддерживающих технологию информационного моделирования); — состав основных этапов достижения interoperability в области технологии информационного моделирования объектов строительства.

Обозначение, наименование, статус	Дата введения	Описание, область применения
10. СП333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели на различных стадиях жизненного цикла	19.03.2018 г.	Свод правил устанавливает общие требования и правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла объекта строительства (не распространяются на процессы информационного моделирования линейных объектов).
11. Проект ГОСТ Р ИСО 16739 Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений (СИМЗС). Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена и управления данными об объектах строительства. Часть 1. Схема данных	01.09.2019 г.	Является модификацией международного стандарта ISO 16739-1:2018. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema. Стандарт устанавливает машинно-читаемый формат данных с открытой спецификацией IFC, который представляет собой открытый международный формат для информационной модели данных об объектах строительства (BIM), предназначенных для обмена и совместного использования в программных приложениях, применяемых участниками отрасли строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Содержит определение данных для объектов строительства на протяжении всего их жизненного цикла. Стандарт ориентирован на разработчиков программного обеспечения.

## Программы для проектирования в строительстве

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
1. CADLib Модель и Архив	CSoft Development	Для поддержки жизненного цикла объектов капитального строительства и технологического оборудования промышленных предприятий, управления процессом проектирования, проверки 3D-моделей, информационной поддержки в процессе строительства и эксплуатации зданий, сооружений и оборудования.	Управление 3D-проектом, позволяющее объединить в едином информационном пространстве комплексную трехмерную модель промышленного предприятия или объекта строительства, документацию, спецификацию, календарный план и другую информацию по данному объекту. Это решение объединяет отдельные 3D-модели различных специальностей, выполненные в различном ПО, в общую трехмерную модель объекта строительства или промышленного предприятия. Предоставляет инструменты проверки виртуальной модели на наличие коллизий, нарушение допустимых расстояний, соответствие параметров 3D-объектов заданным требованиям и др. Создание пользовательских отчетов по модели, календарного плана, связанного с 3D-объектами, видео облетов виртуальной модели с учетом сроков строительства в календарном плане.
2. SPIRE 5.0	ПЭТ Инжиниринг	Расчет прочности, устойчивости и анализ собственных частот надземных и подземных трубопроводов с учетом их нелинейного взаимодействия с грунтом в траншее и/или опорами. Моделирование трубных обвязок, опор и грунтовых условий позволяют создавать математическую модель трубопровода, максимально соответствующую реальной конструкции.	Есть встроенные библиотеки трубопроводных элементов (трубы, отводы, тройники, переходы, фланцы, задвижки и т.п.), материалы, механических характеристик основных грунтов основания (пески, супеси, суглинки, глины). Прецессор обладает широким набором функций для визуализации заданной геометрии и характеристик трубопроводов. Возможности по моделированию различных трубопроводных элементов, опор, пружинных подвесок, граничных элементов позволяют создать математическую модель трубопровода, наиболее точно соответствующую реальной конструкции. Выполнение нелинейных расчетов трубопроводов на опорах и/или в грунте в траншее с использованием магематических моделей, созданных в прецессоре. Реализованы автоматизированные проверки НДС трубопроводов.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
3. Bentley MicroStation v8i	Bentley	Проектирование и информационное моделирование в области архитектуры, проектирования, строительства и эксплуатации.	Информационное моделирование, для проектирования, конструирования, строительства и эксплуатации всех типов объектов инфраструктуры, включая коммунальные сети, автомобильные и железные дороги, мосты, здания, телекоммуникационные сети, системы водоснабжения и водоотведения, промышленные предприятия, горнодобывающие предприятия.
4. NanoCAD Plus 10	Нанософт	Создание, просмотр, формирование и редактирование поверхностей 3D-моделей.	Программа позволяет: создавать и редактировать различные 2D и 3D векторные примитивы, тексты, объекты оформления чертежа, настройки отображения и печати графической технической документации; создавать и использовать любые виды таблиц, выполнять специфичирование элементов чертежа по атрибутивным данным блоков и объектам оформления; производить настройки рабочей среды для оформления рабочей документации по различным стандартам; вести полноценную работу в пространстве модели и пространстве листа посредством видовых экранов; просматривать, формировать и редактировать поверхностные 3D-модели, создавать пользовательскую координатную систему для редактирования 3D-объектов.
5. NanoCAD СПДС 9.0	Нанософт	Оформление проектной документации в соответствии со стандартами СПДС (Система проектной документации для строительства). Обеспечивает автоматизацию рутинных операций по оформлению чертежей.	Добавлены электронные таблицы, обладающие таким же базовым функционалом, что и профессиональные табличные редакторы типа Microsoft Excel и LibreOffice Calc. Это позволяет эффективно создавать и править отчеты и спецификации любой сложности без привлечения сторонних программ. Также имеется обширная библиотека типовых таблиц и поддержка форматов TBL, DAT, MDB, XLS/ XLSX, CSV, ACCDB, TXT, XML, SXС и ODS. С помощью готовой базы объектов в формате Microsoft Access и удобного менеджера объектов можно быстро формировать компоненты и узлы. В библиотеке: шаблоны штампов, таблиц и форматок листов, элементы железобетонных и металлических конструкций, а также детали крепления, фундаментов и свай.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
6. NormaCS 4.0	Нанософт	Создания и редактирования баз данных.	Формирование баз данных со стандартами предприятия, редкими документами, документами для служебного пользования с сервисами: возможность создания многоуровневых классификаторов; единое информационное пространство нормативных документов вне зависимости от количества установленных баз.
7. КОМПАС-Строитель V16	АСКОН	Система автоматизированного проектирования для строительства.	Решаемые задачи: объектное проектирование планов и разрезов зданий и сооружений; создание фрагментов (узлов строительных конструкций); создание расчетно-пояснительных записок, технических требований и прочих инженерных документов; оперативная проверка документов; быстрое оформление выпуск проектной и рабочей документации по требованиям СПДС.
8. СПДС Graphics	CSoft Development, Магма Компьютер.	Для разработки проектно-технической документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, нормам системы проектной документации для строительства (СПДС).	Встраиваемое приложение к AutoCAD и AutoCAD Architecture предназначено для автоматизации выполнения проектной и рабочей документации с учетом требований Системы проектной документации для строительства (СПДС). Основным нормативным документом является ГОСТ 21.1101 «СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации», применяемый для строительства объектов различного назначения.
9. Base 10.0	Стройэкспертиза	Общестроительные расчеты.	Состоит из шести блоков: блок расчета фундаментов, блок расчета рам и элементов каркаса, блок расчета плит и балок на упругом основании, блок специальных расчетов, блок расчетов архитектора, блок справочник-калькулятор. Приложение BaseES (расчеты по нормам Eurocode).



Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
10. Alterra 3.2	GeoSoft	Для расчета напряженно-деформированного состояния системы «основание-фундамент-сооружение».	Оценка прочности и устойчивости геотехнических сооружений методом конечных элементов в плоской постановке. В программе реализованы три различные модели поведения грунта: линейно-упругая, линейно-упруго-пластическая с критерием перехода в пластическое состояние по закону Кулона, нелинейно-упруго-пластическая с критерием перехода в пластическое состояние по закону Кулона и нелинейной объемной сжимаемостью.
11. GeoAnchor 2	GeoSoft	Расчет анкеров по несущей способности по грунту.	Выполнение расчета анкеров по несущей способности по грунту по четырем методикам: ЦНИИС МинТрансСтроя, ФундаментПроекта, МинМонтажСпецСтроя, ВСН 506-88 и DIN 1054-2005.
12. GeoPile 3	GeoSoft	Расчет несущей способности свай по грунту.	Выполнение расчета свай по несущей способности по грунту.
13. GeoSet 3	GeoSoft	Расчета осадки плитных, свайных и свайно-плитных фундаментов.	Расчет осадки фундамента методом послыного суммирования по СП 22.13330.2011, СП 50-101-2004, СНиП 2.02.01-83. Расчет осадки плитного фундамента, расположенного на укрепленном грунтоцементными колоннами грунте, по методике МТСУ. Расчет осадки свайного фундамента по СП 24.13330.2011 и СП 50-102-2003. Расчет осадки комбинированного свайно-плитного фундамента.
14. GeoSet Pro 3	GeoSoft	Расчет плитных фундаментов на естественном основании и на укрепленном основании с приведенными эффективными характеристиками, а также расчет осадок насыпи.	В основе расчета напряжений заложено суммирование множества решений задачи Буссенеска. Это позволяет производить расчет осадки для плит и насыпей произвольной формы в отличие от СП 22.13330.2016, где в качестве возможных форм рассматриваются только прямоугольники и круги. В частном случае решение программы совпадает с результатами СП. Расчет осадки ведется методом послыного суммирования, но не для центра гибкой плиты, как в СП, а для различных точек плиты. Это позволяет получить осадки не единственное значение осадки, как в СП, а распределение осадки по всей площади плиты.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
15. GeoStab 5	GeoSoft	Оценка общей устойчивости откосов или котлованов	Расчет общей устойчивости откосов или котлованов в условиях сложного геологического строения грунтового массива.
16. GeoWall 6	GeoSoft	Расчет на прочность и устойчивость ограждающих конструкций в виде: «стены в грунте», ограждений из буронабивных и грунтоцементных свай, шпунта, труб и двутавров.	Особенности программы: встроены справочник свойств грунтов; расчет железобетонного ограждения с учетом разрушения бетона; расчет ограждения из грунтоцементных свай.
17. MagiCAD 2019 Комфорт и энергия	Progman Oy	Анализ энергетических характеристик зданий и сооружений.	Создание трехмерной модели зданий и сооружений; задание характеристик помещений; задание коэффициентов теплопроводности ограждающих конструкций; расчет теплопотерь и теплопоступлений; анализ энергетических характеристик зданий и сооружений.
18. Bentley RM Bridge v8i	Bentley	Проектирование мостов.	Трехмерное проектирование и расчет конструкций мостов.
19. SCAD (Structure CAD) 21.1	SCAD Soft	Расчет и проектирование здания или сооружения.	Система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов, позволяющая определить напряженно-деформированное состояние конструкций от статических и динамических воздействий, а также выполнить ряд функций проектирования элементов конструкций.
20. SCAD Office 21.1	SCAD Soft	Расчет и проектирование конструкций.	Расчет и проектирование стальных и железобетонных конструкций.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
21. Bentley STAAD.Pro v8i	Bentley	Расчет методом конечных элементов и проектирование стальных, бетонных, деревянных и алюминиевых конструкций по различным нормам проектирования, в т. ч. СНиП.	Содержит: библиотеку элементов для текущего проекта с предварительной установкой жесткостей, степеней свободы, эксцентриситетов используемых впоследствии элементов. Элементы типа балок, идеальных ферм, пластин (мембран и оболочек), связей, гибких нитей, массивов в любой комбинации; генерация сетки произвольной формы на плоскости любого наклона. Жесткие, шарнирные, пружинные, частично защемленные опоры. Пользовательские видовые окна. Генерация упругого основания под сооружением. Спецификация сечений конструктивных элементов по базам данных стальных профилей, по таблицам пользователя и в параметрической форме. Геометрические характеристики произвольного сечения с использованием SectionWizard. Сортаменты стального проката по стандартам США, Канады, Великобритании, Германии, Франции, России и других стран. Подбор и проверка сечений металлических конструкций в соответствии с требованиями норм и кодов проектирования США (AISC, AASHTO), Германии (DIN 18800 T1), Европы (ЕС3), России (СНиП с начала 1997 года) и других стран. Подбор и размещение продольной и поперечной арматуры железобетонных балок, колонн и плит в соответствии с требованиями норм и кодов США (ACI 318-89), Германии (DIN 1045), Европы (ЕС2), России (СНиП) и других стран. Расчет сварных и болтовых соединений.
22. АРБАТ 21.1	SCAD Soft	Подбор арматуры и элементов железобетонных конструкций.	Проверка несущей способности или подбора арматуры в элементах железобетонных конструкций, проверка местной прочности элементов железобетонных конструкций (включая закладные детали) согласно требованиям СП «Бетонные и железобетонные конструкции».

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
23. APC-ПС	Группа компаний CSofit	Расчет сантехнических систем.	Расчет систем водяного и парового отопления зданий. Любые схемы систем (гуликовая, попутная, П-образная, Т-образная, вертикальные двухтрубные и пр). Системы с вынужденной и естественной циркуляцией воды. Автоматический выбор диаметров труб, отопительных приборов, оборудования, дрессельных шайб. Энергетические вычисления. Расчет систем вентиляции и аспирации. Расчет систем внутреннего водопровода зданий. Расчет тепловых сетей. Расчет производственных трубопроводов и конденсатопроводов. Формирование спецификаций оборудования. Расчет температурного поля строительной конструкции.
24. BeCT 21.1	SCAD Soft	Расчет нагрузок и воздействий.	Расчеты нагрузок и воздействий в соответствии с рекомендациями нормативных документов.
25. ДЕКОР 21.1	SCAD Soft.	Расчет элементов деревянных конструкций в соответствии со СНиП.	Проверка элементов деревянных конструкций на соответствие требованиям СНиП и СП. Две группы режимов работы: «Информация» и «Расчет»; справочные; вспомогательные, связанные с проектированием деревянных конструкций; проверка сечений на выполнение расчетных требований; проектирование простых конструктивных элементов.
26. ЗАПРОС 21.1	SCAD Soft	Расчет элементов оснований и фундаментов.	Расчет элементов оснований и фундаментов в соответствии с требованиями СНиП и СП. Режимы работы программы: информация — предоставление наиболее употребительных справочных данных по основаниям; фундаменты — определение несущей способности элементов конструкции при заданном армировании; сваи — определение несущей способности свай.
27. КАМИН 21.1	SCAD Soft	Расчет элементов каменных и армокаменных конструкций.	Расчеты и проверки элементов каменных и армокаменных конструкций на соответствие требованиям СП 15.13330.2012. Предполагается, что расчетные усилия соответствуют нагрузкам, определенным пользователем по СНиП (СП). Требованиям этого же документа соответствуют реализованные программой правила выбора расчетных сочетаний усилий.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
28. Ко-Кон 21.1	SCAD Soft	Электронный справочник для определения коэффициентов концентрации напряжений.	Изучение концентрации напряжений основано на теоретических вычислениях, численном анализе или экспериментальных данных (фотоупругость). Многочисленные исследования концентрации напряжений были систематизированы и изложены в книге W.D. Pilkey «Peterson's Stress Concentration Factors». Реализация программы Ко-Кон основана в основном на этой публикации.
29. КОМЕ-ТА-2 21.1	SCAD Soft	Экспертиза принятых проектных решений и проектирования наиболее распространенных типов узлов стержневых металлических конструкций зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве.	Выполнение экспертизы принятого ранее проектного решения в соответствии с требованиями СНиП и СП, проектирование на основе выбранного прототипа. Результатом работы является чертеж узла и данные о прочности его отдельных элементов (деталей конструкции, сварных швов, болтов и т. д.), представленные в виде набора коэффициентов использования ограничений. Последние дают возможность оценить качество полученного технического решения и, при желании, принять решение об изменении некоторых из параметров конструкции.
30. Кон-структор сечений 21.1	SCAD Soft	Формирование произвольных составных сечений из стальных прокатных профилей и листов, а также расчет их геометрических характеристик, необходимых для выполнения расчета конструкций.	Вычисления выполняются по обычным правилам сопротивления материалов, при этом момент инерции при свободном кручении приближенно определен как сумма моментов инерции свободного кручения профилей, составляющих сечение. Помимо характеристик сечения программа позволяет рассчитать поля нормальных напряжений в сечении под действием заданных нагрузок.
31. КОН-СУЛ 21.1	SCAD Soft	Формирование произвольных сечений, а также расчет их геометрических характеристик, исходя из теории сплошных стержней.	Определяет ряд характеристик для сконструированного сечения (площадь поперечного сечения, значения моментов инерции относительно центральных осей, радиусы инерции, момент инерции при свободном кручении, координаты центра масс и др.). Определение жесткостных характеристик зданий и сооружений, а также их элементов.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
32. КРИС-ТАЛЛ 21.1	SCAD Soft	Расчет элементов стальных конструкций.	Выполняет проверку элементов и соединений стальных конструкций на соответствие нормам СНиП и СП. Нормы проектирования». Результаты вычислений могут быть представлены в виде иллюстрированного отчета, создаваемого автоматически.
33. КРОСС 21.1	SCAD Soft	Вычисления первого коэффициента постели (коэффициент Винклера) по результатам геологических изысканий.	В основу расчета положен предложенный в НИИОСП (В.Г. Федоровским) метод расчета осадок, основанный на последнем суммировании с учетом структурной прочности грунта. Графические интерактивные средства обеспечивают формирование произвольных конфигураций зданий на площадке строительства. Ввод данных выполняется на координатной сетке, шаг которой задается пользователем.
34. КУСТ 21.1	SCAD Soft	Решение определенного класса задач строительной механики.	Решаемые задачи: устойчивость равновесия стержней, пластинок, оболочек; частоты собственных колебаний стержней плит, оболочек; другие задачи, связанные с колебаниями; статические расчеты круглых и прямоугольных пластин, а также сферических куполов; контактные напряжения между сферами, цилиндрами, сферой и цилиндром, перпендикулярными цилиндрами, произвольными поверхностями, произвольной поверхностью и плоскостью и др.
35. ЛИРА-САПР 2019	Лира Сервис	Автоматизированное проектирование строительных конструкций.	Численное исследование прочности и устойчивости конструкций и их автоматизированное проектирование. Разработан двухсторонний конвертер Tekla Structures 2018i — ЛИРА-САПР — Tekla Structures 2018i. Конвертер Tekla Structures — ЛИРА-САПР — Tekla Structures позволяет в полном объеме выполнять расчет и проектирование металлических и железобетонных конструкций. Реализована технология построения расчетных схем по текстовым таблицам с данными. Она позволяет автоматизировать передачу данных в ПК ЛИРА-САПР из других программных комплексов. Для новых систем «Теплопроводность» и «Огнестойкость» разработан удобный пользовательский интерфейс для задания исходных данных, просмотра и анализа результатов, документирования.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
36. МОНОЛИТ 21.1	SCAD Soft	Проектирование железобетонных монолитных ребристых перекрытий, образованных системой плит и балок, опирающихся на колонны и/или стены. Система разработана в соответствии с требованиями действующих норм.	Проектирование железобетонных монолитных ребристых перекрытий, образованных системой плит и балок, опирающихся на колонны и/или стены. Система разработана в соответствии с требованиями действующих норм.
37. МОНОМАХ-САПР 2014	Лира Сервис	Проектирование железобетонных конструкций зданий.	Проектирования железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий с выдачей эскизов рабочих чертежей.
38. ОТКОС 21.1	SCAD Soft	Проектирование откосов и склонов.	Анализ устойчивости откосов и склонов.
39. Плита 6.0	Стройэкспертиза	Расчет плоских железобетонных плит произвольной геометрии в плане, с ребрами жесткости, утопленными, отверстиями.	Решаемые задачи: расчет плит на упругом основании, задаваемом послойно; возможность учета различия геологических условий под участками плиты; расчет осадки и крена плит на упругом основании; расчет плит на жестких, шарнирных, линейных и полосовых опорах; Расчет плит на упругих опорах, свайном основании; расчет осадки и крена свайной плиты; вычерчивание цветных полей перемещений, напряжений, продольного армирования; вычерчивание полей поперечного армирования и армирования на продавливание по СНиП и СП; расчет жесткости свайных опор; автоматическая равномерная или оптимальная разбивка свайного поля; определение несущей способности свай (стоек, висячих забивных, буровых, набивных); автоматическое определение нагрузок на опору (сваю) с учетом жесткости плиты; расчет плит переменной толщины, с ребрами жесткости и отверстиями; учет карстовых явлений.
40. САП-ФИР 2015	Лира Сервис	3D моделирование зданий и сооружений.	3D моделирование жилых и общественных многоэтажных зданий, коттеджей, сооружений произвольного назначения.
41. СЕЗАМ 21.1	SCAD Soft	Подбор сечений по геометрическим характеристикам.	Подбор сечений типа «коробка», «двутавр» или «швеллер», наиболее близко аппроксимирующего заданное произвольное сечение по геометрическим характеристикам.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
42. Фундамент 14.0	Стройэкспертиза	Расчеты конструкций, работающих в грунте.	<p>Производится ряд востребованных расчетов, не входящих в СНиП; ленточных и столбчатых фундаментов на естественном основании; подпорных стен; осадки и крена фундаментов (3 теории); просадки, подъема и осадки при набухании, суффозионной осадки; осадки с учетом влияния соседних фундаментов; ленточных и столбчатых свайных; подпорных стен на свайном основании; осадки ростверка по кусту как условного фундамента; отдельной сваи на вертикальную нагрузку; отдельной сваи на горизонтальную нагрузку и момент; осадки отдельной сваи; несущей способности свай по результатам полевых испытаний; армирования конструкций; затрат на рассчитанные конструкции;</p> <p>балок таврового и прямоугольного сечений на естественном основании (3 теории); прямоугольных плит на естественном основании (3 теории); прямоугольных плит на свайном основании (2 теории); фундаментов машин (в том числе свайных) на динамические нагрузки; устойчивости по грунту фундаментов глубокого заложения (2 теории); устойчивости по грунту фундаментов мелкого заложения; шпунтового ограждения из различных материалов и конструкций (3 теории); фундаментов под резервуары (ж/б и щебеночные кольца, плита на сваях); осадки и крена фундаментных плит на естественном основании (3 теории); влияния пристраиваемого здания на существующее и наоборот; осадки и крена фундаментных плит на свайном основании (4 метода); анкерных плит и фундаментов (5 видов, в том числе с учетом совместной работы); колодцев различного сечения в плане; труб и тоннелей различной формы; фундаментов, подпорных стен и отдельных свай на вечной мерзлоте. Реализован расчет на сейсмические нагрузки фундаментов, ростверков и подпорных стен на любом основании.</p>



Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
43. Advance Concrete 2012	GRAITEC	Моделирование железобетонных конструкций и создания высококачественных чертежей армирования и опалубки (приложение к AutoCAD).	Параметрическое армирование. Позволяет автоматически получить схемы армирования. Можно легко создать собственный шаблон армирования и назначить его определенным элементам конструкции. Динамическое армирование. Автоматизация размещения арматурных элементов и автоматическое обновление чертежей при внесении в модель изменений. Армирование стандартных элементов (балки, колонны, фундаменты и т. д.), узлов (стена-стена, стена-балка и т. д.), а также сборных элементов. 2D- или 3D-режим в зависимости от предпочтений пользователя и типа моделируемой конструкции.
44. Advance Design 2012	GRAITEC	Статический и динамический анализ конструкций.	Статический и динамический анализ 2D- и 3D-конструкций на основе метода конечных элементов.
45. Advance Steel 2013	GRAITEC	Моделирование металлоконструкций и автоматического создания чертежей общих видов, рабочих чертежей.	Создание пространственной модели конструкции; проработка конструктивных решений для узлов и отдельных элементов; автоматизированный выпуск чертежей марок КМ и КМД; составление спецификаций и ведомостей материалов в соответствии с ГОСТ; интеграция данных, используемых при проектировании, изготовлении и монтаже металлических конструкций.
46. Bentley AECOsim Building Designer v8i	Bentley	Технология BIM моделирования.	Технология BIM решений для информационного моделирования. Уникальный комплексный набор функций в составе единой среды, обеспечивающей эффективное проектирование, конструирование, документирование и визуализацию зданий любых размеров, форм и сложности. Включает 4 раздела: архитектурное проектирование, проектирование конструкций, проектирование инженерных коммуникаций и электротехнических систем.
47. ArchiCAD 22	GRAPHISOFT	Автоматизированное проектирование.	Автоматизированное проектирование на основе технологии информационного моделирования здания (BIM).

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
48. ArchiCAD STAR (T)	GRAPH-ISOFT	Архитектурное проектирование.	Архитектурное проектирование, базирующееся на функциональном ядре ARCHICAD.
49. ArchiSuite	Cigraph	Компьютерное моделирование зданий.	Дополнительные модули для ARCHICAD, позволяющие архитекторам решать самые разнообразные практические задачи.
50. Autodesk AutoCAD Architecture	Autodesk	Проектирование зданий и сооружений.	Проектирование зданий и сооружений объектов промышленного и гражданского строительства на основе BIM
51. AutoCAD Structural Detailing	Autodesk	Проектирование железобетонных конструкций.	Создание рабочих чертежей стальных и железобетонных конструкций.
52. Autodesk Infra-Works 2014	Autodesk	Наглядные концептуальные модели, вписанные в окружающую среду.	Программа представляет собой инструмент концептуального моделирования, помогающий проектировщикам объектов инфраструктуры создавать и наглядно демонстрировать проектные предложения.
53. Building Design Suite Pre-mium 2019	Autodesk	Программа для 3D-проектирования зданий с поддержкой BIM и САПР.	Программа представляет собой унифицированное решение для 3D-проектирования зданий и выпуска документации. Эта программа, поддерживающая рабочие процессы на основе технологий BIM и САПР, рассчитана на архитекторов, проектировщиков инженерных систем и строительных конструкций, а также на специалистов строительных организаций.
54. Plant De-sign Suite Pre-mium 2014	Autodesk	Проектирование промышленных предприятий.	Включает AutoCAD, AutoCAD P&ID, AutoCAD Plant 3D и Autodesk Navisworks.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
55. Autodesk Revit 2018	Autodesk	BIM проектирование, предназначенное для проектировщиков зданий и специалистов строительных организаций.	Этот крупный комплекс предназначается для виртуального возведения различных зданий, предлагая возможности составления высокоточных чертежей будущего проекта, а также трехмерного моделирования разнообразных его объектов.
56. Autodesk Revit Architecture 2018	Autodesk	BIM. Программный комплекс для автоматизированного проектирования для архитекторов и дизайнеров зданий.	Программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий (BIM).
57. Autodesk Revit Structure 2018	Autodesk	BIM. Программный комплекс для автоматизированного проектирования для проектировщиков несущих конструкций	Программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий (BIM).
58. Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018	Autodesk	Расчет строительных конструкций и сооружений конструктивной и динамической устойчивости методом конечных элементов. Предоставляет расширенные возможности анализа зданий. Программное обеспечение для структурного анализа предлагает совместимость с программным обеспечением Autodesk Revit Structure для расширения процесса построения информационного моделирования здания (BIM).	Расчет строительных конструкций и сооружений на прочность, устойчивость и динамические воздействия методом конечных элементов. Предоставляет расширенные возможности анализа зданий. Программное обеспечение для структурного анализа предлагает совместимость с программным обеспечением Autodesk Revit Structure для расширения процесса построения информационного моделирования здания (BIM).
59. BIMx	GRAPHISOFT	Доступ с мобильных устройств к BIM-моделям	Гипермодели BIMx основаны на технологии, обеспечивающей одно-временную навигацию по 2D-документации и 3D-моделям зданий. Эта технология позволяет получить доступ с мобильных устройств даже к очень сложным BIM-моделям, содержащим большие объемы 2D-документации.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
60. Eco-Designer для ArchiCAD	GRAPH-ISOFT	Информационное моделирование зданий (BIM) в процессе энергетического моделирования зданий (BEM).	Позволяет оценить экологичность архитектурного решения при различных климатических условиях; позволяет сделать точный динамический расчет сложной геометрии зданий и систем вентиляции, отопления и кондиционирования (MEP); подготавливает подробные отчеты, предоставляющие всю необходимую информацию о системах энергообеспечения здания.
61. GRAITEC Advance	GRAITEC	Решения для строительного проектирования и инженерного анализа.	Комплексное решение, состоящее из трех приложений: Advance Steel, Advance Design и Advance Concrete.
62. MEP Modeler	GRAPH-ISOFT	Моделирование и трассировка инженерных сетей.	Расширение для ARCHICAD, с помощью которого возможно создавать и редактировать трехмерные модели инженерных сетей (воздуховоды, трубопроводы и трассы кабелепроводки), а также координировать их расположение в виртуальном здании, инструменты встроены прямо в среду ARCHICAD.
63. Model Studio CS Строительные решения 1.0	CSoft Development.	Создание зданий и сооружений объектов промышленного и гражданского строительства и выпуска проектной/рабочей документации.	Формирование трехмерной информационной модели строительных конструкций по разделам АР, АС, КМ, КЖ; формирование и выпуск проектной и рабочей документации; экспорт трехмерной модели в расчетный комплекс ПК ЛИРА-САПР, ПК ЛИРА и ПК SCAD Office; выполнение всех необходимых проверок на предмет обнаружения коллизий, пересечений, нарушений предельно допустимых расстояний со смежными специальными; интегрирование геологической модели с трехмерной моделью Model Studio CS, а затем использовать данные модели для генерации продольного профиля и таблицы условных обозначений.
64. NanoCAD СПДС Железобетон 4.0	Нанософт	Разработка проектно-конструкторской документации марок КЖ и КЖИ.	Основные решаемые программой задачи: оформление чертежей вивидов и разрезов железобетонных конструкций; разработка структуры железобетонного изделия; автоматическое формирование и обновление спецификаций и ведомости расхода стали по составу проекта.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
65. NanoCAD Конструкции 6.0	Нанософт	Разработка рабочих чертежей монолитных и сборных конструкций марок КЖ и КЖИ, с расчетом, проектированием и выпуском рабочей документации столбчатых и ленточных фундаментов.	Комплекс предназначен для конструкторов, разрабатывающих комплекты рабочих чертежей монолитных и сборных конструкций марок КЖ и КЖИ, а также занимающихся расчетом, проектированием и выпуском рабочей документации столбчатых и ленточных фундаментов на естественном и свайном основании в строгом соответствии с отечественными нормами и стандартами.
66. NanoCAD СПДС Металлоконструкции 1.2	Нанософт	Разработка проектно-конструкторской документации марки КМ.	Оформление чертежей видов и разрезов металлических конструкций; создание различных видов элементов и изделий, включенных в металлические конструкции; автоматическое формирование ведомости элементов и спецификации металлопроката.
67. NanoCAD СПДС Стройлюшадка 8.0	Нанософт	Разработка чертежей по разделам «Проект организации строительства» и «Проект производства работ».	Работа с иерархической структурой выполняемых работ из классификаторов ГЭСН и ЕНиР в составе проекта и генерация выходной документации по ним; экспорт структуры проекта в сметные программы и системы управления проектом; расчеты временного электро- и водоснабжения; оформление строительного генерального плана; нанесение обозначений временных дорог и площадок; постановка различных видов зон с привязкой к технике и по произвольной траектории; параметрические обозначения откосов, насыпей и выемок; работа с базой данных дорожных знаков и знаков безопасности; выбор из базы по заданным критериям и простановка на чертеже параметрических видов различной строительной техники.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
68. Bentley ProConcrete v8i	Bentley	Моделирование и проектирование железобетонных конструкций.	Приложение используется для создания моделей и получения рабочей документации по конструкциям зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве, а также в мостостроении. Создание 3D модели армирования железобетонных конструкций с формированием чертежей.
69. Project StudioCS Архитектура 2018	CSoft Development	Разработка архитектурных моделей и рабочих чертежей.	Разработка комплектов чертежей в соответствии с отечественными стандартами в различных средах. Модульная структура. Построение 3D-модели с высокой степенью архитектурной детализации. Полный комплект архитектурных рабочих чертежей (АС, АР, АИ) на любом этапе проектирования. Подсчет основных показателей и объемов по объекту. Фотореалистичная визуализация. Встроенная анимация.
70. Project StudioCS Конструкции 2018	CSoft Development	Разработка рабочих чертежей марок КЖ и КЖИ.	Выполняет задачи подготовки рабочих чертежей армирования, управления проектом и оформления чертежей в соответствии с требованиями СПДС, осуществляет автоконтроль норм проектирования по СНиП и СП.
71. Project StudioCS Фундаменты 2018	CSoft Development	Подготовка схем расположения и чертежей фундаментов на свайном и естественном основаниях.	Расчет основания по деформациям для фундаментов колонн промышленных и гражданских зданий, сборных и монолитных ленточных фундаментов под кирпичные стены и фундаментные блоки, расчет свайного куста на прочность по несущей способности сваи.
72. Bentley ProSteel v8i	Bentley	Моделирование и проектирование металлических конструкций зданий и сооружений.	Позволяет разрабатывать проект на всех стадиях: от моделирования и выпуска чертежей до монтажа металлоконструкций. Интегрирован с другими архитектурно-строительными решениями Bentley и представляет собой единое взаимосвязанное решение. Имеет в использовании инструментальные средства для создания и редактирования металлических конструкций. Содержит множество команд для автоматического решения задач проектирования (создание спецификаций, стандартных соединений, формирование 2D-чертежей, передача данных на станки с ЧПУ и т. д.).

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
73. Renga Architecture	АСКОН	Трёхмерный САД для концептуального моделирования и архитектурного проектирования.	Система Renga Architecture совмещает объектно-ориентированное проектирование и свободное моделирование, позволяя быстро получать трехмерные проекты зданий и сооружений с использованием привычной терминологии.
74. Renga Structure	АСКОН	Трёхмерная BIM-система для проектирования конструктивной части зданий и сооружений.	Система предназначена для архитектурно-строительного проектирования по технологии BIM. Проектируя информационную модель здания или сооружения, возможно наполнить ее необходимыми данными по армированию монолитных ж/б элементов или расположению металлических конструкций. Это позволит получить необходимых чертежей марок КЖ/КЖИ/КМ/АС. Высокая производительность системы позволит работать с большими проектами без видимого снижения качества работы с 3D-моделью.
75. Bentley Speedikon v8i	Bentley	Проектирование архитектурно-строительной части зданий и сооружений. Основано на технологии BIM (информационная модель здания).	Решение ориентировано на работу в области промышленного и гражданского строительства. Есть возможность решать задачи по моделированию здания любого размера, сложности и функционального назначения. В программе, располагающей встроенными средствами документирования и визуализации, реализованы все фазы архитектурного проектирования: от концепции к разработке модели, а затем к чертежам и чертежным видам.
76. Комплекс модулей Project StudioCS 2018	CSoft Development	Выпуск комплектов рабочих чертежей марок АС, АР, АИ, КЖ и КЖИ	Комплекс модулей для архитектурно-строительного рабочего проектирования в среде AutoCAD. Обеспечивает выпуск комплектов рабочих чертежей марок АР, АС, АИ, КЖ и КЖИ в соответствии с требованиями отечественных норм и стандартов и является специализированным приложением к 32- и 64-битным графическим системам AutoCAD, Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Architecture, Autodesk Building Systems, AutoCAD MEP.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
77. СПДС Железобетон 5.0	Магма Компьютер, CSoft Development	Создание проектных марок КЖИ и КЖ.	Основное назначение программы автоматизация оформления 2D-чертежей марок КЖИ и КЖ. Графическим ядром является AutoCAD, а в качестве инструментов оформления используется весь встроенный функционал СПДС. Арматурные изделия и конструкция реализованы в виде параметрических объектов, позволяющих получать динамические таблицы спецификаций элементов и ведомости расхода стали.
78. СПДС Металлоконструкции 2019	Магма Компьютер, CSoft Development	Разработка металлических конструкций и оформление чертежей раздела КМ.	Оформление чертежей планов, разрезов, узлов металлических конструкций. Возможность создания различных конструктивных решений металлических конструкций. Автоматическое формирование ведомости элементов и спецификаций металлопроката. Оформление чертежей согласно ГОСТ 21.502–2007 «Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций».
79. СПДС Стройплощадка 2020	Магма Компьютер, CSoft Development	Оформление чертежей по разделам «Проект организации строительства» (ПОС) и «Проект производства работ» (ППР).	Менеджер работ по классификаторам ЕНиР и ГЭСН. Оформление строительного генерального плана. Проектирование временных дорог. Проектирование организации дорожного движения. Генерация ведомостей и календарных графиков по работам и применяемой технике. Расчет площади складирования и генерация отчета по расчету. Выполнение расчетов и генерация отчетов по временному электро- и водоснабжению. Подбор строительной техники на основании расчетов и параметров техники. Отрисовка двумерных параметрических видов строительной техники. Отрисовка рабочих и опасных зон. Экспорт ведомости работ в Microsoft Project (xml), ГранД-Смета (xml), АРПС 1.1 (arps), csv.



Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
80. AutoCAD Civil 3D	Autodesk	Генплан и линейные сооружения.	Решение для гражданского строительства, основанное на технологии BIM, — позволяет ускорить процесс разработки высококачественных проектов в сфере транспорта, землеустройства и инфраструктуры. Создание единой цифровой модели поверхности позволяет лучше координировать работу над проектом, визуализировать результат и создавать высококачественную рабочую документацию. Автоматизирует полный цикл проектных работ от геодезических изысканий до возведения объекта. Благодаря передаче полевых данных, расчеты и автоматизированное черчение, инструменты оптимизируют все процессы, связанные с проектированием промышленных и гражданских объектов.
81. Autodesk AutoCAD Map 3D 2014	Autodesk	Планирование инфраструктуры и управление ею.	Обеспечивает удобный доступ к проектным и ГИС-данным, изображениям, облакам точек и бизнес-информации, поступающим из самых разных источников, в том числе из систем ESRI, Bentley, Oracle, GE и др. Используя комплексные модели систем газо- и электро-снабжения, водопровода и канализации, возможно упорядочить информацию об объектах, подчинив ее нормам отраслевых стандартов и бизнес-требованиям.
82. Autodesk Infrastructure Design Suite Premium 2014	Autodesk	Планирование и проектирование инфраструктуры.	Программа предназначена для проектирования инфраструктуры, сочетается в себе инструменты планирования, проектирования, строительства инфраструктуры и управления ей. В программный комплекс Premium добавлены возможности технологии BIM. Это полнофункциональное решение, позволяющее ускорить процесс проектирования и сделать его более интеллектуальным. Пользователи получают возможность работать с ориентированными на модель инструментами, исследовать эксплуатационные параметры объектов с помощью встроенных аналитических средств, визуализировать проекты на любой стадии их жизненного цикла.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
83. Autodesk Infrastructure Design Suite Standard	Autodesk	Планирование и проектирование инфраструктуры.	Проектирование и выпуск документации в формате DWG, Autodesk Cloud хранение и совместное использование документов; просмотр и редактирование DWG-файлов в веб-браузерах и на мобильных устройствах. Доступ к данным САПР и ГИС, их совместное использование и анализ. Средства чистки и редактирования растровых изображений. Данные организуются в соответствии с настраиваемыми отраслевыми моделями сетей электро-, газо-, водоснабжения и канализации. Навигация по проектам и составление графиков строительных работ.
84. Autodesk Infrastructure Design Suite Ultimate 2014	Autodesk	Проектирование инфраструктуры.	Кроме функций версии Standard более точная визуализация проектного замысла в контексте окружающей обстановки. Исследование и анализ вариантов проекта с помощью функций, ориентированных на работу с моделью. Планирование и проектирование систем ливневой и хозяйственно-бытовой канализации с помощью встроенных аналитических инструментов. Создание графических изображений, близких по качеству к фотореалистичным и помогающих наглядно раскрыть сущность разрабатываемых проектов инфраструктуры. Проектирование воздушных и кабельных линий электропередачи с помощью функций, ориентированных на работу с моделью. Моделирование, расчет и выпуск документации по мостам, туннелям и другим подобным объектам. Интеграция 3D-моделей для проверки на коллизии и пространственной координации.
85. GeoniCS 2019	CSoft Development	Проектирование внешних инженерных сетей и автодорог	Комплекс, работающий на платформах AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Map 3D или AutoCAD (версий от 2013-й до 2019-й включительно) и позволяющий автоматизировать проектно-языкательские работы. Предназначен для специалистов отделов изысканий и генплана. На основе модели объекта автоматизирует выпуск чертежей, строго соответствующих действующим российским нормативам оформления документов. Заполняются все требуемые штампы и экспликация, а при необходимости производится автоматическая разбивка на листы заданного формата.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
86. GeoniCS Profile 7.0	CSoft Development	Проектирование стальных и полиэтиленовых труб. Расчет профилей для наклонно-направленного бурения.	Решение предназначено для: выполнения наборных профилей трассы и формирования плановой линии для продольного профилирования трубопроводов с разбивкой кривых по ГОСТ 24950; выполнения сжатых профилей трассы трубопроводов; проектирования магистральных, промысловых, внутривидовых трубопроводов; проектирования трубопроводов газоснабжения с оформлением по ГОСТ 21.610; выполнения расчетов продольных профилей трубопроводов в соответствии с действующими нормами; оформления выполненных расчетов в формате AutoCAD.
87. GeoniCS Изыскания (RGS, RgsP) 10	CSoft Development	Обработка полевых измерений в области геодезии.	Программа предназначена для автоматизации процесса обработки полевых измерений и рассчитана на специалистов, работающих в области геодезии (инженерные изыскания, строительство, кадастр и др.). Входит в технологическую цепочку линейки программных продуктов GeoniCS, разработана на базе геодезического предприятия «Румб» и основывается на алгоритме А.С. Сафонова (МИИ ГАиК). Является самостоятельной программой для расчетной части геодезических работ. Программа позволяет обрабатывать данные изысканий, получаемые из файлов электронных регистраторов (тахеометров), а также из рукописных журналов полевых наблюдений. Обеспечивает формирование полного набора отчетных ведомостей как по отдельным расчетным частям, так и по всему проекту в целом.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
88. napoCAD Геоника 8.0	Нанософт	Автоматизация проектно-изыскательских работ	<p>Модуль «Топоплан» служит для создания топографических планов, вести базу точек съемки проекта, строить трехмерную модель рельефа и проводить анализ полученной поверхности.</p> <p>Модуль «Генплан» используется при проектировании. Модуль соответствует требованиям ГОСТ 21.508 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов».</p> <p>Модуль «Сети» позволяет проектировать внешние внутриплощадочные инженерные коммуникации, в автоматическом режиме получать продольный профиль сети и оформлять необходимые выходные документы.</p> <p>Модуль «Трассы» обеспечивает проектирование линейно-протяженных объектов и оформление необходимых выходных документов.</p> <p>Модуль «Сечения» позволяет получить поперечные профили по цифровой модели рельефа и осевой линии трассы, созданных в модулях «Топоплан» и «Трассы», а также запроектировать очертания дорог и водоотводных устройств с расчетом объемов земляных работ и материалов.</p> <p>Модуль «Геомодель» служит для автоматизации процесса подготовки графических отчетных документов инженерно-геологических изысканий (инженерно-геологические разрезы и колонки). Работает при наличии модуля «Топоплан».</p>
89. Bentley PowerCivil v8i	Bentley	Проектирование генпланов, дорог и подземных коммуникаций.	<p>Проектирование дорог различных категорий, трасс, развязок.</p> <p>Цифровая объектно-ориентированная модель местности.</p> <p>Проектирование подземных сооружений, полигонов для хранения отходов. Реконструкция улиц, дорог.</p>

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
90 Bentley Rail Track v8i	Bentley	Проектирование и обслуживание инфраструктуры железнодорожного транспорта.	Интерактивная геометрия, сопряжение горизонтальных элементов (прямые, круговые кривые, переходные кривые и их комбинации), сопряжение вертикальных элементов (прямые, круговые кривые, параболы). Возвышение наружного рельса (уравнения равновесия, таблицы ASCII, переходы). Процесс эксплуатации, регрессивный анализ.
91. Geomagic Design X 2014	Geomagic	Переход от данных, полученных с 3D-сканеров, к полностью параметрической CAD-модели.	Возможен переход от данных, полученных с 3D-сканеров, к полностью параметрической CAD-модели. Имеет функции оптимизации сетки, генерации NURBS-поверхностей; предоставляет возможности CAD-моделирования, имеет инструментарий для преобразования 3D-сканов в параметрические CAD-модели.
92. Geomagic Wrap 2013	Geomagic	Переход от облаков точек к трехмерным полигональным моделям.	Программа позволяет преобразовывать данные облаков точек и датчиков в трехмерные сетки полигонов для использования в производстве, в проектировании, в сфере развлечений, в археологии и при осуществлении анализа.
93 Bentley AXSYS. Process v8i	Bentley	Разработка технологических и функциональных схем автоматизации на стадии «Проект», и на стадии выпуска рабочей документации.	Предназначена для быстрой проработки и оценки множества вариантов, выбора оптимального концептуального решения, что уменьшает затраты на этапе предпроектного анализа FEED (до 80% капиталовложений приходится на этап принятия концептуальных решений). Выбор оптимальной технологической схемы.
94. nanoCAD Схемы 2.0	Нанософт	Автоматизированное построение схем в следующих областях проектирования промышленных и гражданских объектов: электротехника, КИПиА, технологическое проектирование.	Решение задач: выполнение электрических схем, в том числе схем цепей вторичной коммутации, схем блокировок и сигнализации, принципиальных электрических схем питания, электрических монтажных схем; выполнение технологических схем, в том числе схем автоматизации; выполнение функциональных и структурных схем, в том числе блок-схем; формирование проектной документации.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
95. Bentley PlantWise v8i	Bentley	Трассировка трубопроводов в 3D-модели.	Позволяет выполнить трассировку трубопроводов в 3D-модели. Обеспечивает возможность уже на ранней стадии проектирования просчитать несколько вариантов компоновочных решений, принять оптимальное решение при проектировании технологических объектов, а значит сократить сроки проектных работ.
96. Autodesk AutoCAD Electrical 2014	Autodesk	Создание электрических схем с доступом к обширным каталогам необходимых элементов.	Программа помогает автоматизировать типовые проектные задачи. Включает в себя все возможности AutoCAD, а также комплекс специализированных функций для электротехнического проектирования. Автоматизация стандартных задач и обширные библиотеки условных обозначений.
97. Autodesk AutoCAD MEP 2014	Autodesk	Проектирование внутренних коммуникаций (отопительных, вентиляционных, электрических и санитарно-технических) зданий.	Представляют собой элементы инженерного оборудования, соединенного с помощью линейных объектов (воздуховодов, трубопроводов, кабельных лотков и т. п.). Они представляются реалистично и отражают такие системы, как приточная или вытяжная вентиляция, водоснабжение, освещение, электроснабжение, канализация и многое другое. Это позволяет для каждой системы использовать определенные слои, цвета и взаимосвязи. Добавляемое в систему оборудование наследует текущие значения в системе по умолчанию, что позволяет быстро проектировать инженерные коммуникации с заданными параметрами. AutoCAD MEP также дает возможность модифицировать отдельные элементы сети, при этом редактируя всю систему в целом.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
98. ElectricS Light 2.1	CSoft Development	Светотехнические расчеты при проектировании осветительных установок промышленных предприятий	Основные возможности: расчет внутреннего и наружного освещения с использованием кривых силы света светильников (с учетом затенений и отражений от поверхностей); расчет освещенности в помещениях произвольной конфигурации; работа с несколькими помещениями в одном расчете (проекте); графический вывод цифровой информации (координат светильников, стен, точек контроля и т. д.) с параллельной выдачей информации на планы; отображение на плане прожекторных мачт, источников света, изолинии заданного уровня освещенности, цифровых полей; конвертирование кривых силы света светильников из европейского (LDI) и американского (IES) форматов во внутренний формат системы; формирование спецификации на светильники и прожекторные мачты (MS Word).
99. MagiCAD 2020 Электроснабжение	Progman Oy	Проектирование систем внутренних инженерных коммуникаций: электрических и слаботочных систем.	Предназначена для проектирования внутренних инженерных коммуникаций. Имеет возможности: экспорт и импорт в программу Dialog для расчета освещенности; функция автоматического обхода пересечений для воздуховодов, трубопроводов и кабельных лотков; изменение свойств объектов в одном диалоговом окне.
100. Model Studio CS Кабельное хозяйство	CSoft Development	Трехмерная компоновка кабельных конструкций любой сложности, трехмерной раскладки кабелей различных типов и различного назначения в соответствии с требованиями ПУЭ-7.	Позволяет проектировать раскладку кабелей внутри помещений, по открытым территориям, на эстакадах, в траншеях, использовать любые кабельные конструкции, формировать и выпустить кабельный журнал, спецификацию на оборудование, кабели и кабельные конструкции, ведомости объемов работ. Комплекс включен в общую технологию проектирования, реализованную в линейке программных продуктов Model Studio CS.
101. папoCAD ОПС 10.0	Нанософт	Проектирование охранно-пожарная сигнализации (ОПС), системы контроля и управления доступом зданий.	Комплексное проектирование систем: пожарной сигнализации; оповещения; охранной сигнализации; контроля и управления доступом; видеонаблюдения; кабельных каналов; порошкового и газового пожаротушения.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
102. napoCAD СКС 10.0	Нанософт	Проектирование структурированных кабельных систем (СКС) зданий и сооружений.	Программный продукт napoCAD СКС позволяет решать следующие задачи: консолидация информации по проекту; создание системы кабельных каналов; проектирование горизонтальной подсистемы; проектирование магистральной подсистемы здания; проектирование распределительных пунктов этажа и здания; проектирование магистральных кабелей и кроссов телефонии здания; автоматическая трассировка кабелей; автоматическое составление отчетных документов (спецификация, кабельные журналы, схемы компоновки монтажных конструкций, структурная схема).
103. napoCAD Электро 10.0	Нанософт	Проектирование силового электрооборудования, внутреннего и наружного электроосвещения.	Позволяет решить следующие задачи: проведение светотехнических расчетов; электротехнических расчетов; расстановка оборудования и прокладка кабельных трасс; выбор защитных аппаратов и сечений кабелей; кабельная раскладка по кабельным трассам; формирование информационной модели (BIM); формирование проектной документации.
104. Project StudioCS ОПС 2018	CSoft Development	Проектирование слабых систем безопасности, а также кабельных систем.	Инструмент для проектировщиков «слаботочки» позволяет осуществлять комплексное проектирование систем: пожарной сигнализации; оповещения; охранной сигнализации; видеонаблюдения; контроля и управления доступом; кабельных каналов; порошкового и газового пожаротушения.
105. Project StudioCS СКС 2019	CSoft Development	Проектирование структурированных кабельных систем, телефонии здания, а также систем кабельных каналов.	Решаемые задачи: консолидация информации по проекту; создание системы кабельных каналов; проектирование горизонтальной подсистемы; проектирование магистральной подсистемы здания; проектирование распределительных пунктов этажа и здания; проектирование магистральных кабелей и кроссов телефонии здания; автоматическая трассировка кабелей; автоматическое составление отчетных документов; создание 3D-модели проектируемой системы.



Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
106. Project StudioCS Электрика 2019	CSoft Development	Проектирование силового электрооборудования (ЭМ), внутреннего (ЭО) и наружного (ЭН) электроосвещения.	Решаемые задачи: проведение светотехнических расчетов; проведение электротехнических расчетов; расстановка оборудования и прокладка кабельных трасс; выбор защитных аппаратов и сечений кабелей; кабельная раскладка по кабельным трассам; формирование информационной модели (BIM); интеграция с другими BIM-системами (Revit, ARCHICAD, Tekla, Allplan и т. д.); формирование проектной документации.
107. Model Studio CS Технические схемы	CSoft Development	Принципиальные, технологические схемы установок и производств.	Комплекс позволяет решать следующие основные задачи: создание и редактирование интеллектуальных схем любой сложности; автоматическое формирование проектной и рабочей табличной документации; формирование заданий для создания 3D-модели.
108. Model Studio CS Трубопроводы 2.0	CSoft Development	Трехмерное проектирование внутриплощадочных, внутрицеховых и межцеховых систем трубопроводов.	Предназначен для трехмерного проектирования, компоновки и выпуска проектной/рабочей документации по технологическим установкам и трубопроводам на проектируемых или реконструируемых объектах. Комплекс позволяет решать следующие основные задачи: трехмерная компоновка и моделирование; расчеты и проверка инженерных решений; формирование и выпуск проектной и рабочей документации.
109. Bentley SewerGEMS v8i	Bentley	Моделирование городских и комбинированных канализационных систем.	Приложение является решением для моделирования городских и комбинированных канализационных систем. Позволяет анализировать городские и комбинированные системы отвода стоков благодаря использованию встроенных инструментов гидравлического и гидрологического анализа, а также разнообразным методам калибровки дождевых погодных условий.
110. Bentley StormCAD v8i	Bentley	Проектирование и моделирование ливневой канализации.	Интуитивный интерфейс программы делает легким процесс разработки и анализа систем ливневой канализации от уличного стока до водоотпускного отверстия. Приложение обеспечивает расчеты объема стока, интенсивности входного потока, ливневого стока и потока в трубопроводе.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
111. Bentley WaterCAD v8i	Bentley	Проектирование и моделирование систем наружного водоснабжения.	Служит для проектирования и анализа систем водоснабжения от моделирования работы системы при пожаротушении и проверки качества воды, до учета энергопотребления и управления капитальными затратами.
112. Bentley WaterGEMS v8i	Bentley	Моделирование и управление распределением воды в системах водоснабжения и канализации.	Решение для анализа сетей водоснабжения и канализации. Решение обладает повышенной совместимостью, средствами создания геопространственных моделей, оптимизации и управления ресурсами. Пакет представляет собой простую инженерную среду для анализа, проектирования и оптимизации систем водоснабжения и канализации: от анализа систем пожаротушения до расчета потребления энергии и управления капитальными затратами.
113. MagiCAD 2020 Suite	Progman Oy	Комплексное решение для проектирования.	Гибкое решение для выполнения текущих и будущих проектов. Можно работать в MagiCAD для AutoCAD, исследуя при этом новые возможности работы MagiCAD для Revit. Это решение обеспечивает свободу выбора и взаимодействие в одном пакете. Позволяет легко осваивать новые технологии Revit.
114. MagiCAD 2020 Вентиляция	Progman Oy	Проектирование системы вентиляции и кондиционирования.	Содержит более 100 тыс. единиц оборудования ведущих европейских производителей с теплотехническими, гидравлическими и акустическими характеристиками. Производит все необходимые расчеты: суммирование расходов, подбор сечений воздуховодов, балансировку системы, акустический расчет и составление спецификаций.
115. MagiCAD 2020 Помещение	Progman Oy	Расчет теплотеперь помещений зданий и сооружений.	Позволяет создавать трехмерную модель зданий и сооружений, задавать характеристики помещений и коэффициенты сопротивления ограждающих конструкций, рассчитывать теплотегери, анализировать теплотехнические характеристики зданий.
116. MagiCAD 2020 Спринклеры	Progman Oy	Проектирование систем внутреннего водяного пожаротушения.	Комплексное решение для проектирования и расчета спринклерных систем пожаротушения. Решение соединяет в себе широкие возможности проектирования и редактирования и мощное расчетное ядро.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
117. MagiCAD 2020 Схемы	Progman Oy	Принципиальные, логические, рабочие и блок-схемы для систем ОВК и электроснабжения.	Все используемые линии и символы являются интеллектуальными объектами и обладают определенным набором свойств. Инсталляционный пакет программы содержит целый ряд готовых объектов: труб, кабелей, клапанов, воздухопроводов, осветительных приборов и др. Существует возможность задавать новые свойства уже созданным объектам. Можно создавать полностью новые объекты с необходимым набором свойств.
118. MagiCAD 2020 Трубопроводы	Progman Oy	Отопление, водоснабжение и водоотведение, тепло- и холодоснабжения.	Модуль предназначен для проектирования и расчета систем отопления, тепло- и холодоснабжения, водоснабжения, канализации, спринклерных и других систем. Содержит более 100 тыс. единиц оборудования ведущих европейских производителей с теплотехническими, гидравлическими и акустическими характеристиками. Позволяет чертить для двухтрубной системы отопления или для системы водоснабжения несколько трубопроводов одновременно, что существенно экономит время.
119. nanoCAD ВК 10.0	Нанософт	Внутренние системы горячего и холодного водоснабжения и канализации, а также водяного пожароснабжения и канализации, а также водяного пожаротушения с использованием пожарных кранов.	Предназначена для проектирования внутренних систем горячего и холодного водоснабжения и канализации, а также водяного пожаротушения с использованием пожарных кранов. В ней объединены расчетная и графическая части раздела проектирования «Внутренний водопровод и канализация». Из созданной реальной 3D-модели систем водоснабжения и канализации можно получить необходимую документацию: поэтажные планы; трехмерную схему систем; аксонометрические схемы; спецификацию оборудования; спецификацию систем водоснабжения и канализации; экспликацию помещений; ведомость рабочих чертежей основного комплекта; ведомость сырьевых и прилагаемых документов. В базу данных внесены нормативные гидравлические характеристики санитарных приборов, пожарных кранов, погребителей воды. На основе модели подбираются диаметры трубопроводов, типоразмеры арматуры и счетчиков.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
120. nanoCAD Отопление 10.0	Нанософт	Проектирование систем отопления.	Из создаваемой модели систем отопления можно получить необходимое документацию: поэтажные планы систем отопления; аксонометрические схемы систем отопления; спецификацию оборудования; экспликацию помещений; общий отчет по проекту; ведомость отопительных приборов; ведомость циркуляционных колец; ведомость гидравлического расчета циркуляционных колец; отчет по настройкам арматуры; ведомость теплового расчета приборов отопления; трехмерную твердотельную модель системы отопления.
121. Project StudioCS Водоснабжение 2019	CSoft Development	Проектирование систем водопровода и канализации по отечественным стандартам.	Предназначено для проектирования внутренних систем горячего и холодного водоснабжения и канализации, а также водного пожаротушения с использованием пожарных кранов. В программе объединены расчетная и графическая части раздела проектирования «Внутренний водопровод и канализация». Будучи приложением к AutoCAD, позволяет загружать архитектурную подоснову любого формата, а при использовании Autodesk Architectural Desktop или AutoCAD Architecture работать с dwg-файлами, созданными в этих программах.
122. Project StudioCS Отопление 2019	CSoft Development	Проектирование систем отопления зданий и сооружений по отечественным стандартам.	Предназначено для проектирования систем отопления зданий и сооружений. В программе представлена расчетная (гидравлический и тепловой) расчет системы водного отопления и графическая часть раздела проектирования «Отопление» и автоматическое специфицирование.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
123. Госстройсмета 3.4 Профес-сионал	Госстройсмета	Составление сметной и подрядной документации.	Комплекс предназначен для решения следующих практических задач: составление сметной и подрядной документации: локальных сметных расчетов (смет), актов о приеме выполненных работ, дефектных ведомостей, справок о стоимости выполненных работ и затрат, отчетов о расходе основных материалов с учетом их фактического расхода; проведение автоматизированной экспертизы сметных и подрядных документов в электронном формате; перенос и экспорт сметных и подрядных документов, предоставленных в печатном виде; формирование перечня несоответствий нормативной базе.
124. ГРАНД-Смета	Группа компаний Гранд	Составление сметной и подрядной документации.	Комплекс предназначен для автоматизации всего спектра сметных расчетов. Содержит полный набор нормативных баз и поддерживает все необходимые функциональные возможности для сметчиков, обладает простым, интуитивно понятным пользовательским интерфейсом, который позволяет освоить основы программы в течение нескольких часов. В состав программного комплекса включена информационно-справочная система «ГРАНД-СтройИнфо», представляющая собой электронную библиотеку сметчика с большим объемом методической и нормативно-справочной, федеральной и региональной информации.
125. ПК Строительный эксперт	Группа компаний АВИС медиа	Составление сметной и подрядной документации.	Предназначен для составления, проверки локальных смет, создания объектных и сводных сметных расчетов, актов выполненных работ, компенсации стоимости ресурсов, ресурсных ведомостей, форм списания материалов, накопительных ведомостей и др.
126. Smeta Cloud	Группа компаний Стройсофт	Составление сметной и подрядной документации.	Веб-сервис, способный помочь бизнесу в составлении смет, а также их удобном хранении. Настольный клиент тесно связан с облаком и при первом запуске предлагает окно с локальными сметами, актами выполненных работ, объектными сметами, расчетом стоимости ресурсов и многими другими параметрами и деталями.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
127. WinRik	Группа компаний «РИК»	Составление сметной и подрядной документации.	Программный комплекс предназначен для автоматизированного выпуска сметной документации. Программа работает с нормативными базами ЕРЕР 1984, СНиР 1991, МТСН 81-98, ГЭСН 2001, ТЕР, ФЕР, ТСН, ФСНБ, ТСНБ ТЕР-2001.
128. А0	ИнфоСтрой	Составление сметной и подрядной документации.	Программное обеспечение для определения стоимости строительной продукции, выпуска сметной документации, подготовки и учета строительного производства.
129. Гектор: Сметчик-строитель	НТЦ Гектор	Составление сметной и подрядной документации.	Программа позволяет создавать, рассчитывать, корректировать локальные, объектные и сводные сметные расчеты и акты выполненных работ КС-2, накопительные ведомости (КС-6а), справки по форме КС-3, ведомости потребности и списания материалов (М-29), ведомости фактических цен на материалы и удорожания строительства. Реализованы различные методы расчета сметной документации (базисно-индексный, ресурсный и др.). Возможен расчет как строительных смет, так и смет на проектно-изыскательские работы (форма 2-П).
130. Адепт Проект	ГК Адепт	Составление сметной и подрядной документации.	Инструмент для расчета стоимости смет на ПИР (проектно-изыскательские работы), ведения учета договоров и документооборота по объектам имеет: простой интерфейс, поиск нужных расценок в нормативных базах, применение методов интерполяции и экстраполяции, применение и редактирование коэффициентов и разделов проектной документации.

Наименование программы	Поставщик программы	Назначение программы	Комментарий по программе
131. АЛТИ-УС	ГК АЛТИ-УС	Составление проектной и подрядной документации.	Предназначен для ведения оперативного учета договоров, документов, финансовых планов, учета затрат строительных компаний. Система «АЛТИУС — Документооборот» позволяет: Отслеживать иерархию документов. Автоматически передавать документ на визирование следующему сотруднику (в соответствии с заданным Вами описанием). Информировать уполномоченных лиц о превышении сроков визирования. Фиксировать причины задержки визирования. Сообщать о приближении сроков окончания действия документов. Фиксировать перемещение оригиналов документов. Сканировать экземпляры документов и прикреплять электронные экземпляры любых документов к карточкам.

## Видеокурсы по обучению цифровым технологиям

Видеокурс	Разработчик курса	Ссылка в интернет
1. Renga Architecture. Демонстрационный курс пользователя	Компания «Аскон»	<a href="https://sdo.ascon.ru/course/view.php?id=78">https://sdo.ascon.ru/course/view.php?id=78</a>
2. Курс Revit Базовый	Школа компьютерных программ и технологий	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=FVJrceuoIDo">https://www.youtube.com/watch?v=FVJrceuoIDo</a> <a href="https://www.youtube.com/channel/UCP8z3AY9ksgtFLteLW00NXA">https://www.youtube.com/channel/UCP8z3AY9ksgtFLteLW00NXA</a>
3. Образовательный онлайн курс Civl3D. Проектирование объектов инфраструктуры	Школа Алексея Меркулова	<a href="https://r.autocad-specialist.ru/kurs-civil-3d-sl?utm_source=email&amp;utm_medium=email&amp;utm_campaign=otkryt_novuy_onlayn_kurs_civil_3d_proektirovaniya_obektov_infrastruktury&amp;utm_term=2019-10-20#rec120724759">https://r.autocad-specialist.ru/kurs-civil-3d-sl?utm_source=email&amp;utm_medium=email&amp;utm_campaign=otkryt_novuy_onlayn_kurs_civil_3d_proektirovaniya_obektov_infrastruktury&amp;utm_term=2019-10-20#rec120724759</a>
4. ПО ЛИРА	Компания «Лира-софт»	<a href="https://lira-soft.com/wiki/video/webinars/">https://lira-soft.com/wiki/video/webinars/</a>
5. MATLAB	ЦИТМ «Экспонента»	<a href="https://matlab.ru/webinars/">https://matlab.ru/webinars/</a>
6. Анализ данных, Python и др.	Computer Science Center, JetBrains	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCOYHNNueF-3Nh3uQTOP4YQZw/playlists">https://www.youtube.com/channel/UCOYHNNueF-3Nh3uQTOP4YQZw/playlists</a>
7. ELCUID	ООО «Тор»	<a href="https://elcut.ru/video_r.php">https://elcut.ru/video_r.php</a>
8. ANSYS	ГК «ЦИМ Урал», CADFEM	<a href="https://www.youtube.com/playlist?list=PL8A9BF52FCFB1EDFC">https://www.youtube.com/playlist?list=PL8A9BF52FCFB1EDFC</a> <a href="https://webinars.cadferm-cts.ru/">https://webinars.cadferm-cts.ru/</a>
9. «Изучение Комплекса А0 с основами сметного дела, «Работа в программе 5D Смета»	ИнфоСтрой	<a href="https://xn--h1ac1ealgip.xn--plai/learning/learning_dist/">https://xn--h1ac1ealgip.xn--plai/learning/learning_dist/</a>
10. Онлайн курсы для сметчиков	ГК «Адепт»	<a href="https://gk-adept.ru/obucheniye_klientov/vbinary_seminary_kursy/">https://gk-adept.ru/obucheniye_klientov/vbinary_seminary_kursy/</a>
11. Знакомительный материал для работы с программами АЛТИУС	АЛТИУС	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCTHxas5kEgDaE-ADMYzLXIg/videos">https://www.youtube.com/channel/UCTHxas5kEgDaE-ADMYzLXIg/videos</a>



Байбурин Альберт Халитович,  
Кочарин Николай Витальевич

## **Применение цифровых технологий в строительстве**

*Учебное пособие*

Верстка *В. Б. Феркель*

Подписано в печать 24.01.2020 г.  
Печать офсетная. Формат 60×84/16.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Усл. печ. л. 9,77.

Заказ № 12.  
Тираж 500 экз.

Издательство ЗАО «Библиотека А. Миллера»  
454091, г. Челябинск, ул. Свободы, 159.

Отпечатано в АО «Челябинский Дом печати»  
454080, г. Челябинск, Свердловский пр., 60.