

## **1. Автоматизация систем управления**

### **План**

Понятие об информационной модели объекта капитального строительства.

1.1. Понятие BIM.

1.2. Использование информационной модели для проектирования.

1.3. Информационное сопровождение жизненного цикла здания.

1.4. BIM как новая технология эксплуатации объекта.

1.5. Основные программы, создающие информационную модель здания.

Общие принципы автоматизации управленческих решений.

1.6. Мониторинг, формирование, оценка и выбор управленческих решений.

1.7. Прогноз социально-экономических последствий принимаемых управленческих решений

### **1.1. Понятие BIM.**

BIM (англ. Building Information Model или Modeling) — информационная модель (или моделирование) зданий и сооружений, под которыми в широком смысле понимают любые объекты инфраструктуры, например инженерные сети (водные, газовые, электрические, канализационные, коммуникационные), дороги, железные дороги, мосты, порты и тоннели и т. д.

Информационное моделирование здания — это подход к возведению, оснащению, эксплуатации и ремонту (а также сносу) здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Трёхмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связанная с базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить все необходимые атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое: изменение какого-либо из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

Концепция BIM существует с 1970-х годов.

Термин «строительная модель» (в том смысле, в каком он используется сегодня) впервые был использован в работах в середине 1980-х годов: в статье Саймона Раффла 1985 года, опубликованной в 1986 году, а затем в статье Роберта Айша — разработчика программного обеспечения RUCAPS, на которое автор ссылался при описании использования программного обеспечения в лондонском аэропорту Хитроу. Термин «Информационная модель здания» впервые появился в статье Г. А. ван Недервина и Ф. П. Толмана.

Однако термины «Информационная модель здания» и «Информационное моделирование здания» (включая аббревиатуру «BIM») стали широко использоваться лишь спустя 10 лет. В 2002 году компания Autodesk выпустила информационный документ под названием «Информационное моделирование зданий» и вскоре другие поставщики программного обеспечения также начали заявлять о своём участии в этой области. Посредством размещения материалов от Autodesk, Bentley Systems и Graphisoft, а также других отраслевых наблюдателей, в 2003 году Джерри Лайзерин помог популяризировать и стандартизировать термин как общее название для цифрового представления процесса строительства. Облегчение обмена и функциональной совместимости информации в цифровом формате ранее предлагалось в рамках различной терминологии: Graphisoft как «Виртуальное здание», Bentley Systems как «Интегрированные модели проекта» и Autodesk или Vectorworks как «Информационное моделирование здания».

Новаторская роль таких приложений, как RUCAPS, Sonata и Reflex, была признана Лайзерингом, а также Королевской инженерной академией Великобритании.

Поскольку Graphisoft разрабатывал такие решения дольше, чем его конкуренты, Laiserin расценил своё приложение ArchiCAD как «одно из самых зрелых BIM-решений на рынке». После своего запуска в 1987 году, ArchiCAD стал восприниматься некоторыми как первое внедрение BIM, поскольку это был первый CAD-продукт на персональном компьютере, способный создавать как 2D, так и 3D-геометрию, а также первый коммерческий BIM-продукт для персональных компьютеров.

В России вопросы применения принципов информационного моделирования (в близких по смыслу терминах) обсуждались начиная с 1990-х годов. Изначально речь шла преимущественно об использовании ArchiCAD и Softdesk, однако к концу 90х стали появляться собственные наработки в области ПО. Известные программы того времени — Маэстро и АРКО, который в 2000-х годах трансформировалась в линейку продуктов Project Studio CS. В конце 2000х конкурентом линейки продуктов CS выступил АСКОН с концепцией Mind (Model in Drawing). Позже, эта же компания совместно с фирмой 1С занялись разработкой нового приложения, реализующего технологию BIM — Renga.

#### Управление построением информационных моделей

Создание информационных моделей охватывает все время от идейной концепции проекта до завершения эксплуатации и сноса здания. Для обеспечения эффективного управления информационными процессами на протяжении всего этого промежутка времени может быть назначен менеджер BIM (также иногда определяемый как виртуальный проект-конструктор, VDC, менеджер проекта — VDCPM). Менеджер BIM нанимается командой разработчиков по поручению клиента начиная с этапа предварительного проектирования для разработки и мониторинга хода объектно-ориентированного проектирования BIM

в соответствии с прогнозируемыми и количественно измеренными показателями производительности, поддерживая междисциплинарные информационные модели зданий, которые управляют анализом, графиками, динамикой и логистикой. Компании в настоящее время рассматривают возможность разработки BIM с различными уровнями детализации, поскольку в зависимости от применения BIM требуется различные уровни в подробностях информации, а также возникают различные усилия по моделированию, связанные с созданием информационных моделей зданий на разных уровнях детализации.

#### BIM в управлении строительством

Участникам процесса строительства необходимо выполнять проекты, несмотря на ограниченные бюджеты, ограничения по рабочей силе, ускоренные графики и противоречивую информацию. Основные проектные направления строительства, такие как архитектурный и строительный инжиниринг, электротехническое и сантехническое проектирование должны быть хорошо скоординированы, так как при строительстве и дальнейшей эксплуатации не могут иметь место противоречия в одном месте и времени. Информационное моделирование зданий помогает в обнаружении таких противоречий уже на начальном этапе, идентифицируя точное местоположение расхождений.

Концепция BIM предусматривает виртуальное строительство объекта до его фактического физического строительства, чтобы уменьшить неопределённость, повысить безопасность, решить проблемы, а также моделировать и анализировать потенциальные воздействия различных факторов. Субподрядчики на каждом этапе проектирования могут вводить критическую информацию в модель до начала строительства, имея возможность предварительно изготовить или предварительно собрать некоторые системы за пределами площадки. Тем самым, затраты можно свести к минимуму, строительные материалы доставлять точно в срок, а не складировать на месте.

Количество и общие свойства стройматериалов могут быть легко извлечены на начальной стадии. Объёмы работ также определяются таким образом уже на стадии проектирования. Визуально все инфраструктурные системы, сборки и последовательности могут быть показаны в относительном масштабе со всем проектируемым объектом или группой объектов. BIM также предотвращает ошибки, позволяя обнаруживать конфликты, в результате чего компьютерная модель визуально выделяет конкретные локации, где части здания (например, железобетонные конструкции, трубы или каналы) могут неправильно совмещаться.

#### BIM в эксплуатации объекта

BIM может компенсировать потерю информации, связанную с работой над проектом от проектной группы, строительной команды и владельца / оператора здания, позволяя каждой группе добавлять и ссылаться на всю информацию, которую они получают в течение периода внесения дополнений и правок в модель BIM. Это может принести значительную пользу владельцу/оператору объекта.

Например, владелец может найти доказательства и причины утечки в своём здании. Вместо того, чтобы исследовать физическое здание обычными способами, он может обратиться к модели и увидеть, что в подозрительном месте находится водяной клапан. Он также может иметь в модели конкретный размер клапана, производителя, номер детали и любую другую информацию, когда-либо исследованную в прошлом, в зависимости от адекватной для этого вычислительных ресурсов, имеющихся в наличии для обслуживания такой модели. Такие проблемы были первоначально рассмотрены Лейтэ и Акинчи при разработке представления уязвимости содержимого объекта и угроз для поддержки выявления уязвимостей в чрезвычайных ситуациях.

Динамическая информация о здании, такая как измерения датчиков и управляющие сигналы от систем здания, также может быть включена в про-

граммное обеспечение BIM для поддержки анализа эксплуатации и технического обслуживания здания.

Были попытки создания информационных моделей для старых, уже существующих объектов. Подходы включают ссылку на ключевые метрики, такие как индекс состояния объекта (FCI), или использование трехмерных лазерных сканирующих съемок и методов фотограмметрии (как по отдельности, так и в сочетании) для получения точных измерений объекта, которые могут использоваться в качестве основы для модели. Попытка смоделировать здание, построенное, например, в 1927 году, требует многочисленных предположений о стандартах проектирования, строительных нормах, методах строительства, материалах и т. д. и поэтому является более сложной, чем построение модели во время проектирования.

Одной из проблем правильного обслуживания и управления существующими объектами является понимание того, как BIM может использоваться для поддержки целостного понимания и реализации методов управления зданием и принципов «стоимости владения», которые поддерживают полный жизненный цикл продукта здания. Например, Американский национальный стандарт под названием APRA 1000 — Общая стоимость владения объектами и управление активами включает BIM для учёта множества критических требований и затрат в течение жизненного цикла здания, включая, помимо прочего: замену и обслуживание энергетической инфраструктуры, коммунальные услуги и системы безопасности; постоянное обслуживание экстерьера и интерьера здания и замена материалов; обновления дизайна и функциональности; расходы на рекапитализацию.

#### BIM в зеленом строительстве

BIM в зелёном строительстве, или «зелёный BIM», — это процесс, который может помочь архитектурным, инженерным и строительным фирмам повысить устойчивость в строительной отрасли.

#### Программное обеспечение BIM

Первые программные инструменты, разработанные для моделирования зданий, появились в конце 1970-х и начале 1980-х годов и включали такие продукты для рабочих станций, как система описания зданий Чака Истмана и серии GLIDE, RUCAPS, Sonata, Reflex и Gable 4D. Ранние приложения и оборудование, необходимое для их запуска, были дорогими, что ограничивало их широкое распространение. Radar CH от ArchiCAD, выпущенный в 1984 году, был первым программным обеспечением для моделирования, доступным на персональном компьютере.

Из-за сложности сбора всей необходимой информации при работе с BIM над проектом здания некоторые компании разработали программное обеспечение, специально предназначенное для работы в среде BIM. Эти пакеты отличаются от инструментов архитектурного проектирования, таких как AutoCAD, так как позволяют добавлять дополнительную информацию (время, стоимость, сведения о производителях, информацию об устойчивости и обслуживании и т. д.) в модель здания. Примером такого программного обеспечения может быть 1С:ERP УСО 2.0 (УСО-Управление строительной организацией), с модулями, работающими со стадии оценки инвестиционной привлекательности проекта, до эксплуатации зданий, в том числе с привязкой учётных данных к 3D-модели для получения расчётных характеристик от элементов модели и, наоборот, визуализации данных из 1С в 3D.

#### Непроприетарные или opensource BIM стандарты

Плохая совместимость программного обеспечения долгое время считалась препятствием для эффективности отрасли в целом и внедрения BIM в частности. В августе 2004 года, согласно отчёту Национального института стандартов и технологий США (NIST), индустрия капиталовложений США ежегодно теряла 15,8 миллиарда долларов из-за неадекватной функциональной совместимости, возникающей из-за «сильно фрагментированной природы отрасли, деловой практики на бумажной основе, отсутствия стандартизации и непоследовательного внедрения технологий среди заинтересованных сторон».

Ранним примером утверждённого на национальном уровне стандарта BIM является одобренный AISC (Американский институт стальных конструкций) стандарт CIS / 2, не являющийся частным стандартом, берущий своё начало в Великобритании.

В наши дни BIM часто ассоциируется с отраслевыми базовыми стандартами (IFC) и aecXML — структурами данных для представления информации. IFC были разработаны BuildingSMART (бывший Международный альянс по совместимости), как нейтральный, непроприетарный или открытый стандарт для обмена данными BIM между различными программными приложениями (некоторые проприетарные структуры данных были разработаны поставщиками САПР, включающими BIM в своё программное обеспечение).

В России

2016—2020 годы

11 июня 2016 года был утверждён перечень поручений, обеспечивающих создание правовой базы использования информационного моделирования зданий в строительстве, в первую очередь по государственному заказу.

Активная фаза формирования норм, требований и законов, началась после поручения Президента РФ Путина В. В. №Пр-1235 от 19.07.2018 о переходе к управлению жизненным циклом объекта капитального строительства на основе технологии информационного моделирования.

В конце 2019 года, под руководством ФАУ ФЦС, был проведён пилотный проект по прохождению государственной экспертизы в информационной модели созданной в российском программном обеспечении. Проект выполнялся силами сотрудников Главгосэкспертизы России, Московской государственной экспертизы, СПб ГАУ «Центр государственной экспертизы», ГАУ СО «Управление государственной экспертизы». Участники от групп IT-разработчиков — специалисты компаний НЕОЛАНТ, Renga Software, СиСофт Девелопмент, Кредо-Диалог. Итогом пилотного проекта стали совершенствование методических

материалов, законодательной базы в области BIM, дополнение функционала программного обеспечения.

На момент 4 квартала 2020 года, в России принято и опубликовано 16 ГОСТ, 6 СП. Термин «Информационная модель» включена в ст. 48 Градостроительного кодекса «Архитектурно-строительное проектирование» и в новую редакцию СПДС, вступающую в действие с 1 января 2021 года: ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. Основопологающим форматом информационных моделей для прохождения госэкспертизы принят открытый формат — IFC

В июне 2020 Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, предложило проект нового классификатора для реестра российского программного обеспечения, включающий в себя, в том числе новый отдельный класс программ для BIM — 9.9. Системы информационного моделирования зданий и сооружений, архитектурно-строительного проектирования (BIM, AEC CAD). До момента принятия нового классификатора, программное обеспечение включается в класс «Информационные системы для решения специфических отраслевых задач».

Согласно исследованию проведённому в РФ в 2019 году, среди опрошенных 541 организации инвестиционно-строительной сферы, технологии информационного моделирования использовали в своей работе лишь 22 %. Аналогичный результат показал опрос 2017 года. Среди основных причин, мешающих распространению BIM, чаще всего указываются высокая стоимость внедрения и отсутствие квалифицированных кадров. Подавляющее большинство опрошенных отнесли себя к проектировщикам — 68 % против 7-9 % у девелоперов-застройщиков. Преобладание использования BIM на стадии проектирования (перед другими стадиями), характеризует и пятёрка наиболее популярных программных средств — Revit, ArchiCAD, Tekla, Renga, Infracore. Все

они нацелены, в первую очередь, на создание BIM-моделей, а не управление ими.

После 2021 года

Согласно постановлению правительства РФ строительная отрасль должна начать переход на технологию информационного моделирования с 1 января 2022 года. Приоритет отдается российскому ПО. Одним из активных участников процесса внедрения BIM, прежде всего в части подготовки профильных специалистов, в том числе для органов государственной власти, является Институт развития в жилищной сфере ДОМ.РФ.

Весной 2021 года под эгидой ДОМ.РФ была запущена серия экспертных встреч для объединения участников перехода на BIM в стройотрасли: IT-специалистов, представителей власти, бизнеса, банковского и экспертного сообщества. В первой сессии, состоявшейся 26 апреля, приняли участие представители Минстроя, Минцифры, Главгосэкспертизы, госкорпорации «Росатом», региональных органов экспертизы и строительного надзора, Академии BIM, крупных застройщиков. Основными темами дискуссии были подготовка кадров и госзаказчиков, усовершенствование нормативной базы и создание российского ПО для масштабного внедрения BIM. ДОМ.РФ заявлял о готовности стать основной площадкой для обсуждения проблематики BIM.

## **1.2. Использование информационной модели для проектирования.**

Наше время ставит перед проектировщиками зданий и сооружений новые задачи и предъявляет совершенно иные, ранее не возникавшие требования. Даже если перечислить лишь основные, список получается весьма внушительный:

широкомасштабная реконструкция или реставрация ранее построенных объектов;

высокие темпы строительства и необходимость быстрого проектирования новых или реконструируемых объектов;

принципиальный рост внешнего объема вновь проектируемых объектов и уровня их сложности;

высокая насыщенность новых зданий и окружающей их инфраструктуры инженерными коммуникациями и оборудованием, высокая плотность строительства;

возрастающая важность юридического обеспечения проекта и увеличение объема рабочей документации;

необходимость энергоэффективного и экологичного проектирования с учетом постоянно возрастающих требований к создаваемым объектам, а также появления новых технологий и материалов;

необходимость рассчитывать при проектировании нового объекта его эксплуатационные (прежде всего экономические) характеристики;

обеспечение возможности будущей работы с проектом здания в период его эксплуатации и ремонта, оптимизация текущих расходов, достижение коммерческой эффективности проекта;

необходимость исследования и пересмотра в сторону усиления конструкции, устройства и коммуникаций уже существующих зданий в связи с возрастающими сейсмическими, террористическими и иными угрозами;

высокая информационная насыщенность зданий, широкое распространение и внедрение в строительную практику концепции «умного дома»;

необходимость быстрого и эффективного поиска, а также квалифицированного заказа оборудования, необходимого для оснащения здания;

оптимизация проекта по различным видам параметров;

возрастающая потребность в сносе и утилизации старых зданий;

интернационализация и международная кооперация в проектировании, когда благодаря компьютерным технологиям работа над общим проектом может продолжаться круглосуточно в разных точках земного шара;

высокая международная унификация проектирования;

резкое повышение цены ошибки, особенно уже просочившейся в проект и требующей исправления на стадии строительства или в процессе эксплуатации;

потребность сделать само проектирование менее затратным и более эффективным, более гибким и устойчивым к кризисным явлениям в экономике.

Все перечисленное логично приводит к пониманию, что в современных условиях требуется уже не просто проект возводимого здания, а содержащая всю необходимую информацию модель объекта, которая может быть востребована в течение всего периода его существования.

И эта модель должна быть не выполненным с помощью компьютера аналогом обычного картонного макета, дающего представление о формах объекта, а полноценной виртуальной копией здания со всей его начинкой, с количественными геометрическими и технологическими характеристиками конструкций, материалов и оборудования. Причем все данные об объекте должны быть не просто собраны воедино (например, в виде некой таблицы или справочника), а являться параметрами модели, корректировка которых с учетом существующих между ними зависимостей влечет за собой автоматическое изменение всей модели.

Все эти, а также многие другие проблемы и призвано решать начавшее совсем недавно входить в реальную практику новое направление развития проектирования — информационное моделирование зданий.

Рубеж конца XX — начала XXI веков ознаменовался появлением принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании, в основу которого положено создание компьютерной модели здания, несущей в себе все сведения о будущем объекте. Это стало естественной реакцией человека на кардинально изменившуюся информационную насыщенность окружающей нас жизни и следствием осознания невозможности эффективно обрабатывать прежними средствами хлынувший на проектировщиков огромный и неуклонно возрастающий поток «информации для размышления», предваряющей и сопровождающей само проектирование.

Причем этот поток информации не иссякает и после того, как здание уже спроектировано и построено. Так что возникшая в результате концепция информационного моделирования зданий — это намного больше, чем просто новый метод в проектировании. Это также принципиально иной подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонта здания, к управлению жизненным циклом объекта, включая его экономическую составляющую, к управлению окружающей нас рукотворной средой обитания. Это изменившееся отношение к зданиям и сооружениям вообще. Наконец, это наш новый взгляд на окружающий мир и переосмысление способов воздействия человека на этот мир.

Подход к проектированию зданий через их информационное моделирование предполагает прежде всего сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями — здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Правильное определение этих взаимосвязей, а также точная классификация, хорошо организованное структурирование и достоверность используемых данных — залог успеха информационного моделирования.

Если внимательно приглядеться, то нетрудно увидеть, что при такой концепции принципиальные решения по проектированию по-прежнему остаются в руках человека, а компьютер опять выполняет лишь порученную ему техническую функцию по обработке информации. Но главное отличие нового подхода от прежних методов проектирования заключается в том, что возникающий объем этой технической работы, выполняемой компьютером, носит принципиально иной характер, и самому человеку его уже не одолеть.

Новый подход к проектированию объектов и был назван информационным моделированием зданий или, сокращенно, BIM (Building Informational Modeling).

Понятие информационной модели здания было впервые предложено в 1975 году профессором Чаком Истманом (Chuck Eastman) в журнале Американского института архитекторов (AIA). Тогда же появилось и рабочее название: Building Description System (Система описания здания).

В конце 1970-х — начале 1980-х это понятие развивалось параллельно в Старом и Новом Свете, причем в США чаще всего употреблялся термин Building Product Model, а в Европе (особенно в Финляндии) — Product Information Model. При этом в обоих случаях слово Product ориентировало внимание на объект проектирования, а не на процесс. Можно предположить, что несложное лингвистическое объединение этих двух определений и привело к рождению термина Building Information Model.

В середине 1980-х европейцы применяли также немецкий термин Bauinformatik и голландский Gebouwmodel, которые в переводе опять же соответствовали английскому Building Model или Building Information Model.

Лингвистические сближения терминологии сопровождались и выработкой единого наполнения используемых понятий. С 1992 года в научной литературе термин Building Information Model используется в его нынешнем понимании.

Примерно с 2002-го Building Information Model ввели в употребление и ведущие разработчики программного обеспечения, сделав это понятие одним из

ключевых в своей терминологии. В дальнейшем, благодаря деятельности таких компаний, как Autodesk, аббревиатура BIM получила широчайшее распространение, и ее теперь знает весь мир.

Если перейти к содержанию, то сегодня информационная модель здания — это хорошо скоординированная, согласованная, взаимосвязанная, поддающаяся расчетам и анализу, имеющая геометрическую привязку числовая информация о проектируемом или уже существующем объекте, которая используется для:

- принятия конкретных проектных решений;
- создания высококачественной проектной документации;
- предсказания эксплуатационных качеств объекта;
- составления смет и строительных планов;
- заказа и изготовления материалов и оборудования;
- управления возведением здания;
- управления и эксплуатации самого здания и средств технического оснащения в течение всего жизненного цикла;
- управления зданием как объектом коммерческой деятельности;
- проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания;
- сноса и утилизации здания;
- иных связанных со зданием целей.

Иными словами, BIM — это вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса.

Как вы уже поняли, аббревиатура BIM может использоваться для обозначения и самой информационной модели здания, и процесса информационного моделирования — никаких недоразумений при этом не возникает.

В ряде литературных источников употребляется «уменьшенный» вариант сокращения, bim (так называемое «малое BIM»): общее обозначение для всего

класса программного обеспечения, работающего в технологии «большого BIM» — информационного моделирования зданий.

Исторически сложилось, что некоторые разработчики компьютерных программ, относящихся к информационному моделированию зданий, кроме общепринятой пользуются еще и своей собственной терминологией. Например, компания Graphisoft, создатель широко распространенного пакета Archicad, ввела понятие виртуального здания (VB — VirtualBuilding), которое в сущности перекликается с BIM. Иногда можно встретить сходное по значению словосочетание «электронное строительство» (e-construction). Но на сегодняшний день термин BIM, уже получивший в мире всеобщее признание и самое широкое распространение, считается в этой области основным.

Близка к BIM и сформулированная компанией Dassault Systemes в 1998 году концепция PLM (Product Lifecycle Management) — управление жизненным циклом изделия, которой сегодня активно пользуется практически вся индустрия САПР, особенно в машиностроении. При этом в качестве изделий могут рассматриваться всевозможные технически сложные объекты: самолеты и корабли, автомобили и ракеты, здания и их системы, компьютерные сети и т.п. Концепция PLM предполагает, что создается единая информационная база, описывающая три основных компонента создания чего-то нового по схеме «Продукт — Процессы — Ресурсы», а также связи между этими компонентами. Наличие такой объединенной модели обеспечивает возможность быстро и эффективно увязывать и оптимизировать всю указанную цепочку. Так что с большой долей уверенности можно говорить, что BIM и PLM — «близнецы-братья» или, более точно, что BIM является дальнейшим развитием и уточнением концепции PLM в специализированной области человеческой деятельности — архитектурно-строительном проектировании.

Однако терминология — это не главное. Применение информационной модели здания существенно облегчает работу с объектом и имеет массу преимуществ перед иными формами проектирования. Прежде всего оно позволяет

в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по назначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего сооружения, а также заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность, эксплуатационные качества и избежать самого неприятного для проектировщиков — внутренних нестыковок (коллизий)

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, результатом информационного моделирования здания обычно является объектно-ориентированная цифровая модель как всего объекта, так и процесса его строительства.

Чаще всего работа по созданию информационной модели здания ведется как бы в два этапа. Сначала разрабатываются блоки (семейства) — первичные элементы проектирования, соответствующие как строительным изделиям (окна, двери, плиты перекрытий и т.п.), так и элементам оснащения (отопительные и осветительные приборы, лифты и т.п.) и многому другому, что имеет непосредственное отношение к зданию, но производится вне рамок стройплощадки и при возведении объекта не делится на части.

Второй этап — моделирование того, что создается на стройплощадке. Это фундаменты, стены, крыши, навесные фасады и т.д. При этом предполагается широкое использование заранее созданных элементов — например, крепежных или обрамляющих деталей при формировании навесных стен.

Таким образом, логика информационного моделирования зданий ушла из области программирования и соответствует обычному пониманию, как строить дом, как его оснащать и как в нем жить. Что существенно облегчает и упрощает работу с BIM как проектировщикам, так и всем остальным категориям строителей и эксплуатантов.

А деление на этапы (первый и второй) при создании BIM носит достаточно условный характер — вы можете, например, вставить окна в моделируемый объект, а затем менять их, и в проекте будут появляться уже измененные окна.

Построенная специалистами информационная модель проектируемого объекта затем активно используется для создания рабочей документации всех видов, разработки и изготовления строительных конструкций и деталей, комплектации объекта, а также для заказа и монтажа технологического оборудования, экономических расчетов, организации возведения самого здания, решения технических и организационно-хозяйственных вопросов последующей эксплуатации.

Информационная модель существует в течение всего жизненного цикла здания, и даже дольше. Содержащаяся в ней информация может изменяться, дополняться, заменяться, отражая текущее состояние здания. Такой подход в проектировании, когда объект рассматривается не только в пространстве, но и во времени, то есть «3D плюс время», часто называют 4D. Иногда, правда, под 4D понимают «3D плюс информацию» (в этой терминологии, как видно, тоже пока нет полного единства), но это очень близко по содержанию.

Технология BIM уже сейчас показала возможность достижения высокой скорости и качества строительства, не говоря уже о значительной экономии бюджетных средств. Например, при строительстве сложнейшего по форме и внутреннему оснащению нового корпуса Музея искусств в американском городе Денвере для организации взаимодействия субподрядчиков при проектировании и возведении каркаса здания (металл и железобетон), а также при разработке и монтаже сантехнических и электрических систем была использована специально созданная для этого информационная модель. По данным генерального подрядчика, такое чисто организационное применение BIM сократило срок строительства на 14 месяцев и привело к экономии примерно 400 тысяч долларов при сметной стоимости объекта в 70 миллионов долларов.

Но одно из самых главных достижений BIM — возможность добиться практически полного соответствия эксплуатационных характеристик нового здания требованиям заказчика. Технология BIM позволяет, с высокой степенью

достоверности воссоздав и сам объект со всеми его конструкциями и оснащением, и протекающие в нем процессы, отладить на модели основные проектные решения.

Иными способами такая проверка неосуществима — пришлось бы просто построить макет здания в натуральную величину. Что в прежние времена периодически и происходило: правильность проектных расчетов проверялась на уже созданном объекте, когда исправить что-либо было почти невозможно.

При этом особо важно подчеркнуть, что информационная модель здания (BIM) — это виртуальная модель. В идеале BIM — виртуальная копия здания. На начальном этапе создания модели мы имеем некоторый набор информации, почти всегда неполный, но достаточный для начала работы в первом приближении. Затем введенная в модель информация пополняется по мере ее поступления, и модель становится более насыщенной.

Таким образом, процесс создания BIM всегда растянут во времени (носит практически непрерывный характер), поскольку может иметь неограниченное количество «уточнений». А сама информационная модель здания — весьма динамичное и постоянно развивающееся образование, «живущее» самостоятельной жизнью.

При этом надо понимать, что физически BIM существует только в памяти компьютера. И ею можно воспользоваться только посредством той программы, в которой она была создана.

Результатом развития компьютерного проектирования является то обстоятельство, что на сегодняшний день работа на основе CAD-технологий представляется достаточно организованной и отлаженной. Спустя примерно 25 лет после своего появления формат файлов DWG, создаваемых пакетом AutoCAD, занял место неофициального, но общепризнанного стандарта работы с проектом в CAD-программах и начал жить независимой от своего создателя жизнью.

То же относится и к формату DXF, разработанному Autodesk для осуществления обмена данными между различными CAD-программами и другими, в том числе вычислительными, комплексами.

Теперь практически все CAD-программы могут принимать и сохранять информацию в этих форматах, хотя их собственные «родные» форматы файлов порой существенно отличаются от последних. Так что еще раз констатируем, что форматы файлов, создаваемых пакетом AutoCAD, стали неким «унификатором» информации для CAD-программ, причем это случилось не по команде сверху или решению некоего общего совещания разработчиков программного обеспечения, а определилось самой логикой естественного развития автоматизированного проектирования в мире.

Что касается BIM, то в наши дни форма, содержание и способы работы по информационному моделированию зданий всецело определяются используемым архитекторами (проектировщиками) программным обеспечением, которого сейчас для BIM уже немало.

### **1.3. Информационное сопровождение жизненного цикла здания.**

Конечно, процесс информационного моделирования на любом этапе работы с объектом подчиняется общим принципам:

принципу единой модели, означающему согласованность информации при работе;

принципу прагматизма, согласно которому каждый раз моделируется ровно столько, сколько требуется для решения поставленной задачи;

принципу согласованного моделирования, означающему необходимость единого (согласованного) подхода к работе над всем проектом.

Особенности же моделирования зависят от специфики решаемых каждый раз задач и фактически определяют, какую информацию надо иметь «на входе» и какую — «на выходе» для каждого этапа работы. Для эффективного процесса BIM это знание и его использование не менее важно, чем выполнение трех основных принципов моделирования.

Последнее требует детального осмысления и подробной проработки всех стадий жизненного цикла здания. Укрупненной схемы «проектирование — строительство — эксплуатация — снос» здесь уже явно недостаточно. Пока мы во всех подробностях не составим представление, как и какая информация передается при работе со зданием от этапа к этапу и как эти этапы между собой взаимосвязаны, мы не сможем правильно выстроить весь процесс информационного моделирования.

Таким образом, серьезный BIM на уровне отрасли должен начинаться с подробного описания стадий жизненного цикла объекта строительства.

Чаще всего для жизненного цикла здания или сооружения используется весьма распространенное и понятное на бытовом уровне определение, приводимое в федеральном законе «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (№ 384-ФЗ от 30.12.2009, действующая редакция — 2016): период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе теку-

щие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

Однако, представляется более правильным использовать для зданий, особенно в целях информационного моделирования, более универсальное определение жизненного цикла системы: совокупность стадий, охватывающих различные состояния системы, начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая полным завершением работы с ней.

Хотя для упрощенного понимания явления работы со зданием (как говорят, «на пальцах») цепочки «проектирование — строительство — эксплуатация — снос» вполне достаточно.

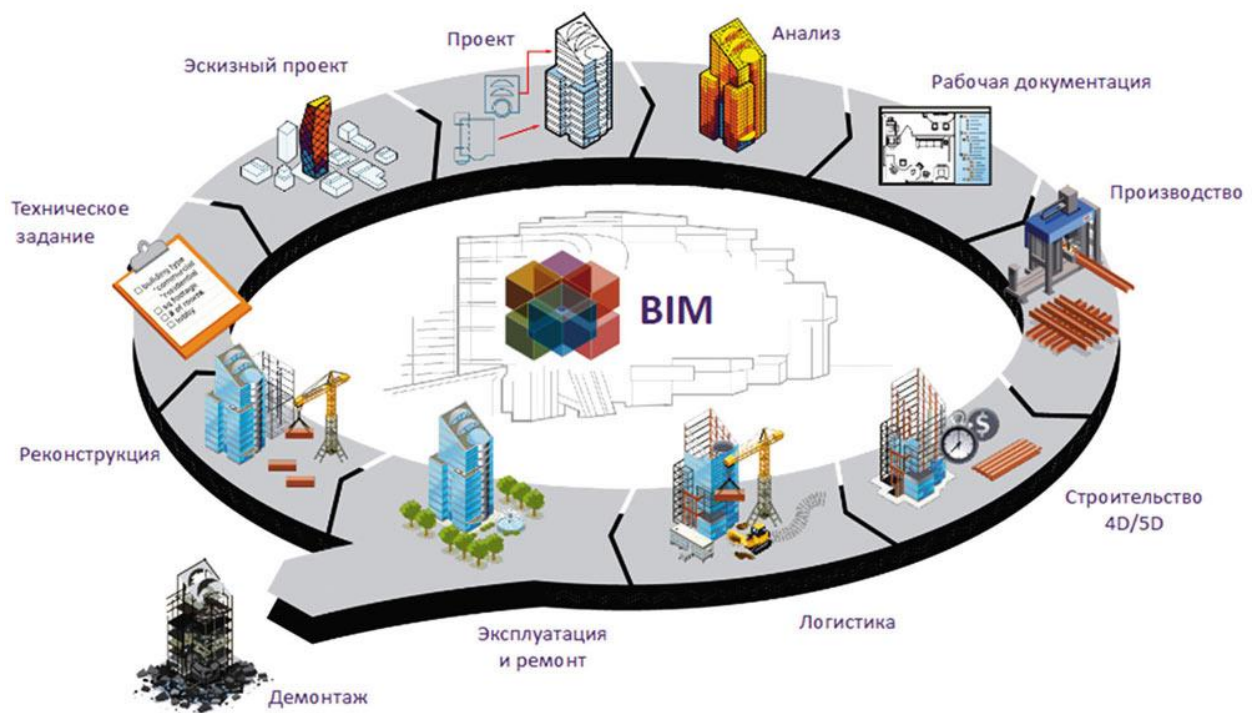


Рис. 1. «Кольцо» жизненного цикла здания. Такое ли оно на самом деле?

Впервые серьезное рассмотрение жизненного цикла здания произошло в 1963 году, когда Королевский институт британских архитекторов (RIBA) опубликовал некий «Рабочий план» этапности действий с объектом строительства (рис. 2). Главной целью этого плана, рассчитанного на руководящих специалистов всех уровней, было помочь в определении основных задач, возникающих в

процессе проектирования, строительства или эксплуатации здания, и наметить пути их решения.



Рис. 2. Восемь этапов жизненного цикла здания как разделы «Рабочего плана» RIBA

Таким образом, описание стадий жизненного цикла здания по версии RIBA — это не попытка «навести науку» на вполне очевидные вещи, а создание через «Рабочий план» инструментов, помогающих в работе с объектом строительства.

Сам «Рабочий план» RIBA, в полном соответствии с замыслом его создателей, помогает ставить вопросы и определять направления для их решения, но не содержит ответов на эти вопросы. Именно поэтому он оказался весьма жизнеспособным и полезным не только в Великобритании, но и в мире

На первый взгляд, «Рабочий план» RIBA не имеет к BIM никакого отношения. И это правда, поскольку он стоит выше, чем BIM. Но для тех, кто работает в BIM, нахождение ответов на общие поставленные вопросы уже осуществляется в рамках технологии информационного моделирования. Для облегчения решения этой задачи в структуре RIBA создана организация по продвижению BIM в Великобритании — NBS (National BIM Standards), которая фактически дополняет «Рабочий план» спецификой информационного моделирования.

При переводе работы со зданиями на технологию информационного моделирования подробное описание этапов жизненного цикла объекта становится исключительно ценным. Вернее, особую важность приобретает формализация этапности самого процесса информационного моделирования. Эта этапность тесно связана с содержанием жизненного цикла здания, но отличается от него в силу специфики BIM как большим количеством стадий, так и повышенной детализацией.

Совершенно определенно можно сказать, что описание стадий информационного моделирования объекта строительства и правильное определение (постановка) решаемых каждый раз задач — исключительно важная (даже основная) часть документального обеспечения внедрения BIM. И эту работу в мире уже давно пытаются делать.

Американская фирма ASHRAE, специализирующаяся на разработке стандартов в области строительной деятельности, предложила недавно на своем сайте [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org) проект документа «Автоматизированное энергетическое моделирование проекта здания (кроме малоэтажных жилых домов)». Этот документ, отличающийся продуманностью и лаконичностью, интересен не только сам по себе, но и как дальнейшее развитие концепции, реализованной ранее RIBA, — формулировать круг решаемых задач, а не писать подробные инструкции по их решению

В документе предлагается выделять десять этапов информационного моделирования для решения конкретной, сформулированной в заголовке задачи. Названия этих (последовательных) этапов в переводе автора выглядят следующим образом:

Простое коробочное моделирование.

Концептуальное моделирование.

Моделирование снижения нагрузки.

Моделирование для выбора системы ОВК.

Совершенствование проекта (формы) здания.

Оптимизация интегрированного проекта всех систем.

Моделирование расходов на энергопотребление.

Итоговая энергетическая проектная модель.

Изменение модели на основе корректировки закупок.

Моделирование того, что построено.

Главный результат — формирование общей модели объекта (пункт 10), которая передается затем на стадию эксплуатации.

В качестве иллюстрации подхода ASHRAE приведем взятые из документа краткие пояснения к пункту 8, который большинством наших проектировщиков обычно понимается как финал моделирования:

Цели: разработать энергетическую модель здания, чтобы представить окончательный проект для сравнения расчетной производительности с целями проекта.

Применяемость: этот цикл моделирования применяется только после завершения формирования строительной документации.

Средства анализа: разработка энергетической модели здания с входами в строгое соответствие с окончательным проектом.

Вполне возможно, что публичное обсуждение экспертами внесет ряд корректив в этот проект документа, но его общая концепция представляется достаточно разумной: она не мешает в будущем конкретным проектировщикам на конкретных объектах применять конкретный инструментарий, причем в специфических условиях именно данного проекта.

На сайте Минстроя России пока имеется лишь перерисованная с рис. 1 в виде плаката общая схема стадий жизненного цикла здания без каких-либо пояснений.

Вполне логично было бы эту схему осмыслить, развить и снабдить конкретной детализацией (опыт RIBA). А затем, раз речь идет о внедрении BIM, заняться детальной разработкой (опыт ASHRAE) этапов процесса информаци-

онного моделирования зданий и сооружений. Для перехода нашей проектно-строительной отрасли на BIM это было бы исключительно полезно.

Однако вместо этого была предпринята попытка «поставить телегу впереди лошади» — разработать «Своды правил» для информационного моделирования, практически не представляя, какие задачи для BIM ставятся и решаются, и когда

Не буду проводить здесь подробный анализ предложенного документа — его несостоятельность очевидна для большинства специалистов. Отмечу лишь, что если мы продолжим разрабатывать такие СП, то нам проще и дешевле будет не внедрять BIM вообще, а оставить нашу стройку на прежнем технологическом уровне.

Поэтому хочется еще раз подчеркнуть:

определение стадий жизненного цикла объекта строительства — задача исключительной важности и первоочередности для перехода строительной отрасли России на BIM;

следом за ней должна решаться задача определения стадий информационного моделирования объекта строительства;

лишь после этого можно (и нужно) разрабатывать всевозможные СП, регламентирующие процесс информационного моделирования;

доверить все эти разработки надо профессионалам!

В современной практике, в связи с внедрением стандартов качества ИСО 9000, введено понятие жизненного цикла изделия (ЖЦ), позволяющего оценить эффективность функционирования объекта на любом этапе его существования. Термин ЖЦ применим также и к объектам строительства. Жизненный цикл зданий — это время от момента обоснования необходимости их возведения до наступления экономической нецелесообразности дальнейшей эксплуатации.

Жизненный цикл (ЖЦ) любого здания или сооружения (объекта строительства — ОС), начиная от его технико-экономического замысла и заканчивая ликвидацией, реализуется через организационно-технологические циклы — вза-

имосвязанные, непрерывные и повторяющиеся процессы (проектирование, монтаж и т.д.). Несущие системы объектов строительства являются сложными системами, главной особенностью которых является то, что на каждой стадии жизненного цикла они изменяют напряженно-деформированное состояние, как следствие, изменяется и техническое состояние объектов.

В настоящее время значительно снизились государственные инвестиции в массовое строительство и широко привлекаются средства из альтернативных источников (частные инвестиционные компании, и т.п.).

Заказчик, инвестирующий проекты, определяет новые требования к капитальности, функциональности, эксплуатационной пригодности и долговечности зданий. В связи с этим резко изменились требования и к строительному производству, что в свою очередь, обусловило необходимость информационной поддержки объектов строительства на протяжении его жизненного цикла.

С момента технико-экономического обоснования до момента утилизации объекта жизненный цикл условно можно разделить на периоды:

- проектирование – этап виртуального создания объекта;
- возведение – этап создания объекта в натуре;
- эксплуатация – этап включающий возможность запроектных воздействий;
- эксплуатация с учетом реологических свойств материалов (инновации, утилизация).

Основополагающим периодом является период проектирования. Именно на данном периоде формируются конструктивные особенности, ответственные за конечные внутренние усилия, которые необходимо учитывать при решении ряда задач, возникающих при эксплуатации зданий.

Техническая информация об объекте на каждой из стадий ЖЦ претерпевает значительные изменения, причины которых могут быть различны.

Концепция управления жизненным циклом базируется на представлении об объекте строительства (здании) как единственном информационном объекте вокруг которого происходят различные процессы – проектирование, строитель-

ство, эксплуатация, ремонт и диагностика технического состояния, каждый из которых использует и добавляет в информационную модель ту или иную информацию об объекте.

Высокие темпы глобальной информатизации современного производства, усложнение создаваемых человеком систем всех уровней, изменение приоритетов, условий, ограничений и усложнение объектов строительства в целом сделали малопригодными традиционные методы организационно – технологического проектирования инвестиционно-архитектурно-строительного комплекса, где изменения проявляются на всех уровнях:

на уровне взаимосвязей подсистем объекта —> качественное усложнение стыковки функциональных подсистем объекта строительства, их интеллектуализация, многоотраслевая и наукоемкая интеграция;

на уровне взаимосвязей объекта и инфраструктуры —> обострение противоречий между недвижимой формой существования объекта строительства и нарастающей динамикой его инфраструктуры;

на уровне взаимосвязей территории застройки и экосистемы —> обострение противоречий между традиционным экстенсивным принципом строительства и его фактическим результатом – исчерпанием биофизических возможностей природной среды.

Анализ проблематики строительной науки и направлений развития инноваций в области строительства и информационных технологий позволили выявить потребность и актуальность новых теоретических и методологических предпосылок (новой парадигмы) проектирования развития жизненного цикла строительных объектов и систем в условиях ускоряющихся изменений внешней среды.

В строительстве специфическими продолжительными являются циклы создания и эксплуатации объекта строительства:

- создание строительной продукции требует значительно большего времени по сравнению с другими видами производства. Длительные сроки реализации

проекта вызывают необходимость специфических форм финансирования, более высокие риски инвестиций в строительство по сравнению с другими инвестиционными проектами;

- жизненный цикл подавляющего большинства зданий и сооружений исчисляется десятками и даже сотнями лет;
- объект строительства в течение всего ЖЦ занимает земельный участок;
- процессы любых преобразований здания длительны и трудоемки (реализация инвестиционных проектов реконструкции, модернизации, развития предприятий и других занимает от одного до нескольких лет).

Жизненный цикл объекта строительства начинается с инвестиционной идеи и состоит из последовательности этапов проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции и утилизации.

Эти этапы могут перекрываться, в каждом из этапов участвует множество людей и организаций. На прединвестиционном и инвестиционно-строительном этапах жизненного цикла основным потребителем и владельцем объекта строительства является заказчик-застройщик. В этой роли может выступать также генеральный подрядчик, на балансе которого находится объект к этапу приемки-сдачи. На этих этапах формируются все основные разделы объекта строительства, все виды его обеспечений (техническое, программное, информационное, математическое, организационное и др.). Программное и информационное обеспечение каждого этапа уже в настоящее время позволяет достаточно полно описать объект строительства в виде цифровой модели на всех этапах его жизненного цикла.

Таким образом, создается компьютерная (цифровая) модель объекта строительства, иными словами «Виртуальный строительный объект». «Виртуальным строительным объектом» называется инженерная компьютерная система здания, сооружения или строительного комплекса, предназначенная для решения задач создания, управления, мониторинга и анализа поведения в каждый момент жизненного цикла реального объекта от замысла до утилизации.

Согласно этому определению, «Виртуальный строительный объект» предназначен для сбора, хранения и использования информации об объекте строительства. Он радикально упрощает доступ к полной, достоверной и актуальной информации в каждый момент жизненного цикла объекта строительства. «Виртуальный строительный объект» позволяет:

- реализовать новую технологию интерактивного компьютерного проектирования и управления всеми процессами жизненного цикла объекта строительства в любой момент времени от замысла до утилизации;
- повысить качество проектирования объекта строительства и связанного с ним инвестиционного процесса;
- быстро и качественно принимать обоснованные плановые и чрезвычайные решения с использованием полной, актуальной и достоверной информации, накопленной по объекту строительства за время его существования;
- реализовать устойчивую интерактивную связь с инженерными системами объекта строительства и эффективно управлять ими на основе теории функциональных систем;
- реализовать дистанционное управление отдельными приборами, механизмами, инструментами, датчиками и другим оборудованием, находящимся в здании или сооружении;
- устраивать компьютерные презентации объекта строительства в целом и любых его систем с отображением изменений во времени, а также в условиях виртуальной реальности;
- проводить математические исследования моделей объекта строительства, разрабатывать и применять новые модели, методы и алгоритмы исследований.

#### **1.4. BIM как новая технология эксплуатации объекта.**

Когда произносят слово «BIM», в голову приходит проектирование, реже строительство и почти никогда эксплуатация. Применение BIM на этом этапе часто сводится к «модели как хранилищу информации», а то и вовсе игнорируется. Тем временем отрасль и профессиональное сообщество сделали большой шаг в понимании основ информационного моделирования, и настало время посмотреть на BIM с позиции эксплуатации. Этот этап является самым длительным в жизненном цикле объекта и может составлять от 10 до 50 и больше лет. Кроме того, именно он является самым затратным — суммарная стоимость расходов в несколько раз превышает капитальные затраты на строительство здания — а значит, не менее интересным с позиции оптимизации расходов. Вначале кратко об информационной модели к Facility management. Понятие «собственника недвижимости» звучит приятно, однако получать стабильный доход и грамотно управлять объектом — это тяжелый труд, который требует качественного управления, достоверной информации и быстрого исполнения.

Поэтому комплексное управление объектом и его обслуживание обычно отдают на откуп компаниям, которые специализируются на задачах технического обслуживания, содержания и ремонта здания. То есть того, что в профессиональном сообществе называют терминами Property или Facility management.

Facility management (FM) — это комплексный вид сервиса, включающий в себя не только эксплуатацию недвижимости, но и обеспечение всех непрофильных видов деятельности организации. Помимо очевидных вещей, таких как работа с заявками или обслуживание оборудования, к FM относится, например, обеспечение питания персонала, организация рабочих мест, энергоменеджмент (управление энергосбережением) и пр.

Для эффективного управления, планирования, а также повышения качества работ по обслуживанию крупных объектов и снижению затрат на стадии эксплуатации могут использоваться специализированные ИТ-системы класса

CAFM (Computer Aided Facility Management). Такие системы являются полноценным рабочим инструментом как для FM-персонала, так и для руководителей всех уровней.

Раньше для полноценного функционирования таких систем необходимо было выполнить титанический пласт ручной работы по первичному наполнению. Сейчас же, имея такой мощный и насыщенный источник данных, как информационная модель (которая наполнялась информацией с самого начала жизненного цикла объекта строительства), задача первичного наполнения существенно упрощается. Более того, модель используется как ядро или база данных, и продолжает наполняться новой актуальной информацией, например, при выполнении проектов по реконструкции или капитальному ремонту. Такое применение информационной модели на этапе эксплуатации можно считать её наивысшей точкой развития.

Данный комплексный подход называется решением для управления эксплуатацией объекта на основе технологии информационного моделирования. При грамотном внедрении и использовании решения возникает положительный синергетический эффект, в результате чего можно достичь общей экономии на этапе эксплуатации до 10%.

Данные, которые находятся в информационной модели, зачастую являются довольно сложными для обработки и использования в исходном виде на этапе эксплуатации. Поэтому возникают вопросы передачи информации внутри решения, из информационной модели в CAFM-систему, а также размера, комплексности и интероперабельности структурированных данных, получаемых с помощью инструментов BIM.

Обмен данными достигается путём извлечения информации из информационной модели формата IFC (Industry Foundation Classes) и помещения её в стандартную схему формата COBie (например, в виде обычного MS Excel файла), готовую для быстрого и удобного импортирования в решение для управле-

ние эксплуатацией. Формат COViе предназначен для хранения и передачи всех необходимых данных для этапа эксплуатации.

Более того, в скором времени от организаций, которые работают над государственными проектами, будет требоваться предоставление информативных моделей, чертежей и информации по имущественным объектам в открытом цифровом формате.

### Функции решения

Что представляет собой решение и где оно применимо? Практически везде. Комплексный подход управления процессами эксплуатации предназначен для любого типа недвижимости: коммерческой, жилой, промышленной. Решение включает в свой состав модули для разнообразных задач, будь то техническое управление, инфраструктурное обслуживание или контроль бюджетов.

### Функциональные модули решения

Рассмотрим, для примера, управление процессом обслуживания оборудования. Это сложный процесс планирования и фиксации действий по техобслуживанию и ремонту. В едином пространстве можно создавать график планового обслуживания и при необходимости заводить заявки-наряды на срочный ремонт. Решение также позволяет учитывать наличие запчастей на складе, вести учет материалов, отправлять уведомления о созданных нарядах на ремонт, планировать проведение инструктажей персонала и пр. Таким образом, комплексный подход к эксплуатации просто необходим для правильного и успешного управления недвижимостью.

Кроме того, решение включает инструменты по обмену данными с внешними приложениями и ресурсами, включая BIM-инструментарий. Для качественного функционирования решения очень важны полные и актуальные данные по инфраструктуре здания — основные технические и эксплуатационные характеристики, история жизненного цикла наиболее важных компонентов зданий, плановые мероприятия, например, по техническому обслуживанию, и пр. При этом основополагающая часть этих данных в идеальном случае должна

формироваться и накапливаться в информационной модели с самого начала жизненного цикла строительного объекта.

#### Преимущества умного подхода к эксплуатации объектов

Совместное использование информационной модели и функционала CAFM, в рамках решения, позволяет снизить эксплуатационные затраты и обеспечить высокое качество эксплуатации, а соответственно, повысить комфорт и безопасность для арендаторов и посетителей, а также экономическую эффективность здания.

Этот комплекс обеспечивает контроль, мониторинг и оптимизацию функционирования инженерных систем здания для обеспечения оптимальных условий минимальными затратами. Так, по данным статистического анализа McGraw-Hill Construction Report 2014, снижение затрат на эксплуатацию может достигать до 10%, а на ремонт и того больше — до 50%. Сокращается и время простоя оборудования (до 25%), а также затраты на замену запчастей (до 35%) и объема сверхурочных работ (до 40%). Кроме того, увеличивается производительность труда обслуживающего персонала — в среднем от 15% до 20%.

Возможность интеграции с SCADA даёт дополнительные возможности обеспечения безопасности пребывания людей в торговых центрах, аэропортах, больницах. Предположим, что в крупном бизнес-центре реализована интеграция CAFM и SCADA. В случае пожара или задымления датчик отреагирует и передаст информацию диспетчеру. Имея в решении точные поэтажные планы, можно быстро определить, где произошло возгорание, в какие зоны будет распространяться дым, и оперативно среагировать на чрезвычайную ситуацию.

#### Облачные технологии

Принять решение об использовании новых подходов для управления недвижимостью зачастую бывает непросто, тем более что любой проект по автоматизации деятельности влечёт за собой пересмотр происходящих бизнес-процессов, затраты на программное обеспечение и его внедрение. К счастью, развитие облачных технологий даёт возможность использовать решение из об-

лака, что, безусловно, очень удобно. В этом случае нет необходимости закупки программного обеспечения и единовременных крупных вложений. Можно попробовать инструменты управления недвижимостью из облачного ресурса и в случае, если он удобен, либо наращивать функциональность, либо развернуть решение на собственных мощностях.

Все преимущества облачных приложений доступны и в случае решения для управления эксплуатацией объекта на основе технологии информационного моделирования:

Доступность. Удобное управление и обслуживание через web-интерфейс, создание рабочего удаленного стола (виртуальной машины) происходит за 3 клика и 5-7 минут.

Мобильность. Нет необходимости в поставке оборудования и инсталляции. Все эти работы выполняются в облаке в течение трех минут. Удаленное тестирование облачных ресурсов с бесшовным переходом на продуктивную среду; все ресурсы, созданные при тестировании, сохраняются и в продуктивной среде.

Экономичность. Никаких капитальных вложений в закупку оборудования, лицензий на виртуализацию и прочее ПО. Бесплатная круглосуточная техническая поддержка до уровня гипервизора. Обслуживание ПО, построение HA/DR-решений.

Технологичность. В облаке возможно можно наращивать мощности серверов тремя кликами, а также выполнять выключение сервера. Для апгрейда не требуется выезд на площадку.

Надежность. ЦОДы объединены в единое локальное пространство и связаны двумя независимыми оптическими трассами. Возможность строить отказоустойчивые инфраструктуры геораспределенно на 2 разных ЦОД. Коэффициент избыточности по всем инженерным системам ЦОД и частям относительно физической инфраструктуры более двух (полное дублирование).

VR/AR технологии

Также решение интегрируется с инструментами виртуальной и дополненной реальности, которые полезны для всесторонней визуализации объектов в ходе их эксплуатации. Базовым решением, которое может применяться для визуализации, становятся VR-очки. Например, с их помощью можно увидеть на виртуальном макете, выгруженном из BIM-модели, где конкретно проходит трубопровод, чтобы случайно его не задеть. Или определить расположение выбранного оборудования в 3D-пространстве, которое необходимо обслужить на текущей неделе. Это также очень удобно, ведь в таких проектах всё пространство зданий должно быть задействовано до сантиметров, и работа со множеством крупномасштабных макетов неизбежна.

Для работы с крупномасштабными объектами, требующими высокоточной детализации подойдут CAVE-системы (комнаты виртуальной реальности). В такой системе человек попадает в пространство в масштабе 1:1. Любые специалисты, даже не технического профиля и без пространственного мышления — юристы, финансовые менеджеры, аудиторы — смогут посмотреть на модель здания со своей профессиональной точки зрения. CAVE-системы помогут отработать действия по обслуживанию объектов. Внедрение в процесс эксплуатации здания таких систем в сочетании с BIM снижает до 20% издержек при эксплуатации.

#### Детализация информационной модели

Для эксплуатации строительного объекта требуется формирование исполнительной модели. Исполнительная модель формируется путем повышения степени детализации исходной BIM-модели и внесения в неё изменений.

Детализация заключается во внесении дополнительных параметров, необходимых для описания эксплуатационных характеристик оборудования, трубопроводов, воздухопроводов, поддерживающей арматуры и т.д. согласно паспортам, сертификатам, каталогам и иной нормативной документации. Помимо эксплуатационных характеристик все элементы модели приводятся в фактически уста-

новленное положение и габариты согласно исполнительной документации, тем самым детализация модели достигает уровня 500 (Level of detail, LOD 500).

При необходимости исполнительная модель может дополняться информацией, взятой из актов выполненных работ (номер и дата составления акта, дата фактического начала и окончания работ), включая информацию о наименовании подрядной компании (исполнителя работ).

Внедрение подобного решения — это комплексный проект, одним из основных этапов которого является сбор, актуализация и импорт данных по инфраструктуре здания в решение. Именно поэтому интеграция с BIM, как поставщиком таких данных, может быть эффективным решением как на этапе анализа и проектирования, так и на этапе внедрения и сопровождения.

К данным необходимы и процессы, помогающие персоналу организовать все многообразие эксплуатационных задач: планирование обслуживания, прием заявок и организация работ, документирование. FM составляющая решения включает в свой состав необходимый инструментарий для гибкой настройки и реализации таких процессов с учетом специфических требований каждого заказчика. На основе типовых бизнес-процессов, предусмотренных в каждом модуле, с помощью конструкторов бизнес-процессов можно быстро внести необходимые изменения. Также предусмотрены и средства настройки пользовательского интерфейса: меню, форма ввода данных и выходных формуляров.

Внедрение данного решения, как и любой проект внедрения информационной системы, требует соответствующей организации и ресурсов. В таких проектах хорошо работают типовые проектные методики, как на основе детальных технических заданий, так и на основе пошаговой реализации с пилотным функционалом (agile-тип). Для типового проекта создаются, как правило, несколько рабочих групп, с учетом всего многообразия задач эксплуатации недвижимости: область технической эксплуатации, административно-хозяйственной, управления площадями и т.д. Каждая рабочая группа включает в себя специалистов внешних организаций (поставщик, консультант) и внут-

ренных подразделений заказчика. В случае территориально распределенных, крупных организаций таких групп может быть больше.

С постепенным внедрением BIM-технологии в жизненный цикл строительного объекта мы получаем отличные перспективы использовать эти же подходы и на самом длительном этапе существования здания — эксплуатации.

Решение, которое содержит в себе связку BIM и FM, интегрированное с задачами эксплуатации, позволяет создать единое по месту и неразрывное по времени использования информационное пространство, а также сохранить преимущества BIM и после окончания строительства.

Возможно, уже в ближайшей перспективе (менее чем через 10 лет) эта информация будет также скоординирована и связана с большими данными города (общественной инфраструктуры, объектов и т.д.), и в обиходе современного общества появятся по-настоящему «умные города».

Применение BIM на этапе эксплуатации часто сводится к «модели как хранилищу информации», а то и вовсе игнорируется.

И вот в этот момент происходит системный разрыв между стройкой и эксплуатацией, поскольку делают их разные компании. По большей части проблемы связаны с отсутствием общих регламентов и хранилища данных между различными подрядными организациями.

Данные теряются.

В среде BIM ничего никуда не уйдёт даже через 20 лет.

Этап эксплуатации является самым длительным в жизненном цикле объекта и самым затратным — суммарная стоимость расходов в несколько раз превышает капитальные затраты на строительство здания.

А это значит, что это очень интересно с позиции оптимизации расходов.

Эксплуатация, получив исполнительную BIM-Модель, становится основным BIM-менеджером после сдачи объекта и начинает вносить в модель массу дополнений:

- прогнозирование затрат по замене оборудования и расходников, прогнозирование ремонтных работ;
- производится контроль состояния конструкций, инженерных систем и оборудования;
- контролируется энергопотребление. Для этого, осуществляется настройка связи модели с соответствующими датчиками;
- экономия временных затрат на периодический поиск информации по проекту, поиск скрытых систем и элементов сооружения.

К сожалению, большинство проектных компаний совсем не готовы переходить на BIM и как такового опыта проектирования в новых реалиях у них нет. Около 20-25% проектировщиков в той или иной степени используют BIM. А та или иная степень – это или прошли обучение и забыли, или полноценно используют BIM проектирование. В целом, есть движение всей отрасли в эту сторону и это позволит удовлетворять текущие инфраструктурные потребности и формировать более рациональное и стабильное жизненное пространство.

Внедрение BIM имеет очевидную экономическую выгоду на всех этапах строительства: начиная от проектирования, заканчивая эксплуатацией и обслуживанием объекта. В самом начале в BIM-модели можно просчитать нюансы планирования и проектирования, получив картину бюджета и возможных расходов на дополнительные элементы.

Точность таких расчетов в проектировании — до 95%, а непосредственно уже в возведении объекта информационная модель помогает сокращать расходы от 15 до 30%. Самые эффективные уровни BIM в мировой практике — начиная от 4D и выше: когда применяется трехмерная модель и временная характеристика (график строительства). Каждый следующий высший формат имеет базу 3D и дополнительные фазы, связанные с реализацией объекта (временная, финансовая, эксплуатационная).

В целом, итоговая стоимость строительства уменьшается благодаря спрогнозированным сценариям, которые выдает многофункциональный инструмент информационной модели: заранее предотвращаются возможные коллизии, конфликты инженерных и дизайнерских систем, просчитывается рациональная смета стройматериалов и логистика, отбирается выгодная схема реализации рабочей силы с оптимальными на нее затратами и т.д.

Благодаря применению BIM:

проектирование становится намного производительнее и сокращаются сроки выполнения этого этапа на 20-30%;

в самом 3D-проекте удастся сократить количество ошибок на 30%;

готовить рабочую документацию намного проще и в 3 раза быстрее.

Именно комплексная связка всех компонентов строительного объекта — не только проектирование — дает максимальную выгоду от применения информационной модели.

### **1.5. Основные программы, создающие информационную модель здания.**

Этапы проектирования, создания чертежей и моделей зданий уже давно ушли в «цифру». При помощи специальных сервисов и программного обеспечения архитекторы, инженеры, конструкторы, проектировщики создают комплексные модели будущих объектов. Такие программы помогают виртуально увидеть объект еще до начала стройки, избежав многих несостыковок и дефектов, которые выявляются и корректируются в процессе проектирования.

Основное программное обеспечение:

1. PlanRadar
2. AutoCAD Architecture
3. Revit
4. Edificius BIM Software
5. BIMcollab
6. BIMx
7. Navisworks
8. Renga
9. Tekla BIMsight
10. Allplan Architecture

Программы для BIM оцифровывают проект в комплексе и дают возможность управления и контроля объекта всеми участниками процесса проектирования и строительства в более наглядной и точной форме. Но важен не только крутой функционал программы, но и возможность интеграции с различными программами и доступный интерфейс, понятный группе участников.

Бим-проектирование — это сложный процесс. Из-за разных требований к проекту приходится использовать разные программные платформы. Ведь иногда нужно загрузить модель в специализированную программу, чтобы воспользоваться дополнительным функционалом. Например, когда требуется проработка специфических деталей конструкции инженерами, архитекторами, или же

надо привести модель в соответствие к стандарту. В этом случае важна поддержка программой формата IFC — это основа обмена данными между различными проектными группами и приложениям. Открытый международный стандарт не зависит от конкретных систем. Именно он используется для широкого спектра аппаратных устройств, программных платформ и интерфейсов.

Среди ПО, предлагаемого рынком, выделяются несколько продуктов с поддержкой модуля IFC, благодаря которому они могут интегрироваться с другими программами.

Итак, бим проектирование: программы с поддержкой IFC для работы с BIM-моделями и проектирования 3D информационных моделей.

#### 1. PlanRadar

Программы для работы с BIM-моделями - PlanRadar

PlanRadar — это прогрессивное инновационное программное обеспечение для управления строительством, объединяющее сразу нескольких функций.

Лучшее комплексное решение: поддержка разных форматов (Бим проектирование, которое подразумевает загрузку IFC-файлы, в том числе) помогает всем участникам проектно-строительного процесса интегрировать разные участки проектной деятельности, оперативно вносить корректировки, ставить задачи, контролировать их выполнение, не теряя времени на перевод чертежей и моделей из одного ПО в другое, оперативно обмениваясь данными и дополняя проект.

Сделав нужные замечания и назначив задачу на BIM-модели, проект можно загрузить в стороннее ПО, например, Renga, чтобы проектировщик мог доработать в своем ПО без необходимости двойного перевода формата. Все пометки, задачи, сделанные в PlanRadar, отобразятся в другой программе для проектирования. Функционал позволяет сравнивать все итерации чертежей и BIM-моделей, применяя выделение разным цветом.

PlanRadar позволяет загрузить 1 ГБ файлов формата IFC3 и IFC4. Система позволяет реализовывать простую навигацию по внешней и внутренней сто-

роне объекта, имитируя максимально трехмерный эффект присутствия в цифровой копии реального здания даже на небольшом устройстве.

В трехмерной модели можно выбрать конкретный элемент конструкции, точно создавать метку с задачей, куда можно прикрепить любой медиафайл, включая видео.

Детализация максимальная — можно выбирать конкретный элемент объекта, начиная от стен, узлов оборудования, заканчивая мебелью и прочими элементами интерьера. PlanRadar обеспечивает удобную структуру дерева BIM-модели, списка задач.

У PlanRadar простой, но эффективный функционал, позволяет легко контролировать сложные процессы. Все необходимые данные доступны любому участнику на каждом этапе работ строительного объекта. Этому способствует облачное хранилище, где хранятся все данные проекта.

С помощью PlanRadar легко фиксировать недочеты и дефекты прямо на BIM-модели, направляя замечания в виде задач с медиа-файлами (видео, фото) ответственному лицу. Действия всех специалистов отображаются в единой системе, что обеспечивает прозрачность и уменьшает потери времени на согласование и отчетность.

ПО имеет достаточный функционал, который эффективно можно применять для планирования, оценки затрат, контроля эффективности или координации команды. Программа подходит для работы с мобильного телефона, и работать с BIM-моделью также легко и на ходу и эффективно из любого уголка мира.

Также с PlanRadar можно работать офлайн: все данные при подключении к Интернету будут выгружены в облако. Любые изменения в проекте будут доступны всем, так как приложение работает в режиме реального времени.

#### Функционал

- Работа с BIM-моделями;
- Хранение данных в облаке сервиса PlanRadar;

- Поддержка IFC-файлов, экспорт из Revit, ArchiCAD, AllPlan, Navisworks;
- Поддержка форматов PDF, PNG, JPG;
- Настраиваемые чек-листы;
- Быстрая и точная постановка задач;
- Статистика в реальном времени;
- Отчетность в пару кликов;
- Коммуникация на единой платформе;
- Удобная оцифровка всей документации;
- Работает офлайн
- кроме десктопной версии, есть приложения IOS, Android и Windows.

Стоимость: зависит от функционала. Доступно три версии, плюс индивидуальные тарифы. При оформлении лицензии на месяц стоимость базового пакета Basic — \$29, стартового Starter — \$99, версия PRO — \$149. Каждый из пакетов имеет определенный набор функционала, который позволит пользователям максимально эффективно использовать ПО и быстро окупить вложение. При покупке годовой лицензии: базовый пакет — \$26, стартовый — \$89, PRO — \$129.

Бесплатный тестовый период на 30 дней.

## 2.AutoCAD Architecture

AutoCAD Architecture — это программа для архитектурного проектирования, помогающая создавать чертежи, проекты, спецификации. Профессиональный софт для архитекторов максимально автоматизировал чертежные операции, что снижает вероятность ошибок. Локальное решение для архитектурного проектирования дает широкий набор специализированных инструментов. Можно работать над архитектурными реконструкциями, проектной документацией стен, дверей и окон, документацией помещений.

Есть поддержка формата IFC, что обеспечивает импорт и экспорт файлов, а также интеграцию с другими платформами.

Поддерживается на Windows и Mac, iOS, Android. Для контроля за процессом можно открыть его на смартфоне: просмотреть или отредактировать в DWG, работать вне офиса.

Функционал:

- Предварительный просмотр стилей архитектурных объектов;
- Послойный порядок отображения;
- Удобный интерфейс;
- 2D-графика, общие виды;
- Настраиваемые спецификации;
- Маркировка помещений и документация;
- Поддержка формата IFC;
- Перенос рабочих процессов в облако;
- Высокая мобильность и улучшенная совместная работа;
- Создание чертежей и документации, включая стены, двери и окна;
- Встроенные средства визуализации
- Сравнение DWG, импорт PDF.

Стоимость AutoCAD составляет \$370 в месяц, \$2,965 в год.

### 3.Revit

Программы BIM-проектирования- Revit

Revit — пожалуй, один из самых популярных инструментов для управления строительством, что обусловлено его универсальностью. Программный комплекс предоставляет цифровую модель объекта в 3D, а также интегрируется с 2D чертежами. По сути, это агрегатор строительных компонентов, который включает междисциплинарное программное обеспечение для проектирования зданий. У него широкий функционал и мощные инструменты для этапа проектирования. Revit — удобный в использовании инструмент для понимания проекта и выполнения точного прототипирования. В 2022 году функционал был усилен, благодаря чему последняя версия программного обеспечения дает бо-

лее высокую эффективность и точность производства документов. В частности, была улучшена производительность IFC.

#### Функционал

- Совместный доступ к проекту для просмотра, синхронизации;
- Совместимость с другими системами: Revit импортирует, экспортирует и связывает широко используемые форматы (САПР, IFC4, Rhino, SketchUp, OBJ);
- 3D формование сложных форм
- Быстрота и точность измерения 2D- и 3D-видов с помощью новой функции привязки к средней точке;
- Оперативное создание альтернативных вариантов дизайна на основе определенных вами целей и ограничений;
- Улучшенная производительность IFC;
- Совместимость Revit с Rhino и FormIt Pro;
- Расширенный функционал с доступом к API, сторонними решениями, надстройками;
- Редактирование WYSIWYG и функции, позволяющие управлять аннотациями;
- Графический интерфейс программирования с открытым исходным кодом.

Стоимость: ежемесячная подписка — \$320, годовая — \$2425. Есть бесплатная пробная версия.

#### 4.Edificius BIM Software

Edificius — это программное обеспечение ACCA, функционал которого предназначен для 3D-проектирования архитектуры. Входит в наш список лучшие программы для проектирования домов. Простое и понятное в использовании, приложение обладает всеми инструментами, необходимыми для моделирования и архитектурной визуализации. Подойдет для архитекторов, а также специалистов строительной отрасли, работающих на разных этапах проекта.

Предоставляет возможность моделирования в плане или же непосредственно в 3D. Дает возможность работать над большим массивом задач: оценивать стоимость, создавать видео, рендеринг, анализ MEP, дизайн. Отметим легкое переключение между средами и динамические изменения, которые применяются автоматически. Удобный функционал, возможность работы с моделями, которые были созданы в другом программном обеспечении: Revit, Sketchup, Blender, Rhino.

Функционал:

- 2D и 3D архитектурное проектирование;
- Поддержка формата IFC, IFC сертифицирована BuildingSMART;
- Интегрированный DWG CAD;
- Импорт файла Revit, Sketchup, Blender;
- Фотореалистичные рендеры;
- Рендеринг в реальном времени;
- Он-лайн библиотека BIM-объектов;
- Интеграция со Sketchup, Blender, Rhino/Grasshopper, GMaps;
- Взаимодействие между несколькими программами BIM;
- Рендеринг с трассировкой лучей на основе искусственного интеллекта;
- VRi (иммерсивная виртуальная реальность);
- BIM voyager (публикация и просмотр моделей онлайн).

## 5.BIMcollab

Универсальная платформа обеспечивает комфортную работу с BIM-моделями с использованием IFC и BCF. Удобная для интеграции и совместной работы над BIM, программа предлагает структурированный способ хранения данных. BIMcollab благодаря облачным сервисам дает возможность отслеживать историю разработки модели. ПО устраняет разрыв между приложениями BIM благодаря продуманной экосистеме. Оно служит для эффективного обмена информацией, проверки моделей, обнаружения коллизий.

Инструмент BIMcollab ZOOM позволяет анализировать данные, выявлять недостатки для решения проблем. Программа работает с Revit, ARCHICAD, Navisworks, Solibri, Tekla Structures. Менеджеры BCF можно использовать для открытия и редактирования файлов BCF.

Функционал:

- Имеет инструмент Smart Issues для экономии времени рабочих процессов;
- Возможность подключения к инструментам BIM, таким как Revit, ARCHICAD, Navisworks, Solibri, Tekla Structure;
- Эффективное Bim проектирование: программы с поддержкой IFC.

## 6.BIMx

BIMx — инструмент для эффективной работы с BIM и демонстрации архитектурных проектов. Программное обеспечение одновременно работает с 2D-документацией и 3D-моделями. Платформа дает возможность работать и управлять объемными BIM-моделями, имеющими большие массивы данных по 2D-документации. Удобно для проведения презентаций: достаточно подключить смартфон к монитору или проектору. Функционал BIMx дает возможность удаленного контроля, внесения корректировок и оперативных правок в проектную документацию. Благодаря 3D навигационной среде можно совершить виртуальное путешествие по проекту, переключая режимы для детального изучения модели. В частности, можно выбрать режим стереоотображения (виртуальное путешествие по объемному изображению при помощи стереочков), гравитации, свободного полета. Есть режим распознавания проемов, сечение по плану этажа. Заказчик может контролировать актуальную версию проекту из любой точки планеты. Удобно производить детальный аудит проекта на всех этапах работы, создавать видеоролики, подготовленные в Archicad. Все участники имеют доступ к технико-экономическим показателям, и количественным характеристикам.

#### Функционал:

- Разные режимы перемещения по 3D-модели проекта;
- Доступ к любой информации непосредственно со стройплощадки;
- Синхронизация с облачными сервисами;
- Отображение маркеров и объемов зон;
- Моментальные измерения в 2D и в 3D;
- 2D-контент, 2D-чертежи в контексте модели, 3D-сечения;
- Виртуальная реальность в BIMx
- Поддержка Google Cardboard VR для реалистичности моделей;
- Внешние ссылки на элементы BIMx;
- Выполнение точных измерения элементов 3D-модели или 2D-чертежей;
- Поддержка операционных систем iOS и Android.

Стоимость: в Apple App Store и Google Play доступны две версии приложения: BIMx и BIMx PRO с расширенным функционалом. BIMx — бесплатно, BIMx PRO — \$ 49.99

#### 7.Navisworks

Navisworks служит для моделирования проектов и координации файлов. Программа помогает проводить комплексный анализ, находить ошибки, пересечения, конфликты на этапе проектирования. Удобные инструменты для выявления коллизий и управления пересечениями. Navisworks Manage используется для комплексной экспертизы архитектурно-строительных и инженерных проектов. Так как в программе видна сводная модель проекта, визуально легче контролировать проектирование на всех этапах.

Предусмотрена интеграция с различным BIM ПО, например, Revit, ArchiCAD, Inventor, 3ds Max, Sketchup. Возможность использования исходный код из Revit для обработки файлов IFC с добавленной иерархией, расширенным набором свойств и дополнениями данных.

#### Функционал:

- Модуль чтения файлов IFC;
- Выявление конфликтов и координация моделей;
- Интеграция BIM 360 Model Coordination;
- Использование файлов NWD и DWF, их шеринг и публикация;
- Быстрое выполнение измерений между точками;
- Количественный анализ
- 2D- и 3D-выборка для измерений;
- Обрисовка существующей геометрии на 2D-листе;
- Моделирование в 5D планов-графиков;
- Визуализация модели;
- Объединены в одну сборку BIM-форматы и 2D-чертежи;
- Возможность сохранения проекта в 3-х форматах.

Стоимость: \$925 в год.

#### 8.Renga

Renga — отечественная система автоматизированного проектирования зданий в системе BIM-решений. Подходит для архитектурного проектирования, создания трёхмерных моделей зданий, включающих коммуникации. Трёхмерная модель помогает в подсчете смет, управлении объектом, просчете инвестиций. Имеет разные модули, предназначенные для работы архитекторами, конструкторами, инженерами.

Обладает понятным интерфейсом, а весь необходимый функционал уместили всего в две панели. Одно из преимуществ — функционал, который поставляется в одной лицензии. Все правки динамичные и отображаются у всех пользователей платформы, помогая избежать ошибок при проектировании. Renga может выполнять экспорт модели в формат IFC, что дает возможность проверить несостыковки со смежными разделами с помощью другого ПО. Взаимодействует с Revit, Tekla, ARCHICAD.

#### Функционал:

- Высокая скорость работы программы, редактирования, обновления видов;
- Проектирование в 3D-пространстве ;
- Простой контекстно-ориентированный интерфейс;
- Автоматический подсчет спецификаций;
- Эффектная подача проекта заказчику;
- Быстрое внесение изменений в проект;
- Передача данных для проведения физико-технических расчетов;
- Связь с расчетными комплексами при помощи экспорта в формате IFC.

Стоимость: \$80 в месяц, \$1800 в год.

#### 9.Tekla BIMsight

Tekla BIMsight — это комплексное решение для совместной работы в сфере строительства, бесплатный инструмент с удобной экосистемой BIM. Платформа помогает упростить весь процесс строительства, позволяя руководителям строительных проектов устранять возникающие конфликты с помощью инструмента обнаружения конфликтов. Мобильные возможности Tekla BIMsight дают возможность специалистам работать и обмениваться идеями с помощью устройств iOS и Android. Эта облегчает мгновенную связь. Tekla BIMsight, предлагает мощные бесплатные инструменты для создания информационных моделей и обновления планов, 3D-просмотра и визуализации.

#### Функционал:

- Бесплатное решение для совместной работы;
- Работа базе Windows, устройств iOS и Android;
- Средство обнаружения коллизий;
- Мобильность;
- Удобный интерфейс;

- Разнообразный и понятный 3D-браузер;
- Удобный просмотр проекта в целом.

## 10.Allplan Architecture

Allplan Architecture — удобный инструмент для работы с BIM-моделью, обеспечивающий максимальную производительность для больших и сложных проектов. Обновленная версия предлагает стандарт BIM EASY, который содержит готовые и настраиваемые шаблоны с предопределенными свойствами формата, атрибутами. Расширен анализ геометрии Revit во время импорта IFC. Модели Revit можно импортировать в Allplan и использовать даже без предварительного преобразования в формат IFC. Во время импорта создаются собственные объекты Allplan, такие как стены, колонны, потолки, балки, окна, двери и крыши.

Предусмотрена мощная облачная технология для междисциплинарного сотрудничества. С помощью BIM Explore есть возможность загружать 3D-модели еще быстрее и отображать их более реалистично. С новым набором измерительных инструментов повышается качество проектирования модели. Объекты Allplan можно выбирать для редактирования в интерактивном режиме.

Инструмент Visual Scripting помогает контролировать форму, размеры, положение и материал структурных объектов.

### Функционал

- Высокая скорость обработки сложных компонентов;
- Визуальные сценарии
- Оптимизация работы с узлами
- Модуль обмена IFC;
- Прямой импорт файлов Revit;
- Инструмент визуализации Visual Scripting;
- Быстрая загрузка моделей через BIM Explore;
- BIM EASY с настраиваемыми шаблонами.

## **1.6. Мониторинг, формирование, оценка и выбор управленческих решений.**

Деятельность любого руководителя связана с разработкой и реализацией решения в рамках выполнения им своих должностных обязанностей.

Управленческие решения тесно связаны с выполнением управленческих функций.

Термин «управленческое решение» употребляется в двух основных значениях – как процесс и как явление.

УР как процесс – это выполнение восьми основных процедур:

1. Информационная подготовка – обработка внешней и внутренней информации, обнаружение и постановка проблемы, сбор и анализ информации о ней;
2. Разработка вариантов – могут быть неэффективные, допустимые (позволяющие решить проблему) и оптимальные варианты решения проблем;
3. Согласование вариантов – оно может быть внутренним и внешним;
4. Выбор одного из вариантов – на основании возможного эффекта, затрат на получение этого эффекта, безопасности;
5. Утверждение выбранного варианта – его могут утверждать вышестоящие органы, заказчики, клиенты или должностные лица;
6. Реализация выбранного варианта – это доведение решения до исполнителя и организация выполнения решения,
7. Контроль выполнения решения – предварительный, текущий и итоговый;
8. Информирование инициатора решения о ходе его исполнения – осознание новой ситуации.

Деятельность любой организации представляет собой цикл разработки, выбора и реализации различных УР. Конкретная ситуация – это реальное положение дел, относительно сформулированной цели.

Основные этапы и шаги принятия решений в процессе управления персоналом можно представить в следующем виде:

1. Постановка проблемы включает следующие действия: исследование новой ситуации появления проблемы; сбор необходимой информации о проблеме (место и время ее возникновения, содержание, ее воздействие на работу организации или ее частей) и определение факторов (внутренних – это цели, состояние заказов, структура производства и управления, ресурсы, объем, качество работ; и внешних – это потребители, поставщики, законодательное регулирование, состояние экономики страны).

2. Разработка вариантов решения: определение стандартов и ограничений; сбор информации; формулировка альтернативных решений.

3. Выбор решения и определение критериев выбора (экономических, технических, психологических, социальных). Выбор оптимального решения, отвечающего максимальному числу критериев, конкретизация решения для исполнителей по всем основным видам работ, связанных с управлением персоналом: найм, отбор и прием персонала; деловая оценка персонала; трудовая адаптация, профориентация персонала; использование и развитие персонала; организация системы обучения персонала; управление деловой карьерой персонала; управление служебно-профессиональным продвижением персонала; высвобождение персонала.

4. Организация выполнения решения и его оценка: планирование реализации выбранного решения; организация работ по плану реализации выбранного решения; координация работ по реализации выбранного решения.

5. Мотивация реализации выбранного решения, необходимая по той причине, что у персонала может быть неодинаковое отношение к выполняемым решениям, и надо заинтересовать их в подготовке и реализации УР.

6. Контроль процесса реализации решения и оценка результатов решения проблемы.

Контроль как функция управления представляет собой процесс обеспечения достижения поставленных целей, реализации принятых управленческих решений. Процесс контроля – это, с одной стороны, процесс установления стандартов, определения фактически достигнутых результатов и их отклонения от нормы; с другой – процесс мониторинга хода выполнения управленческих решений и оценки достигнутых результатов. Результаты контроля являются основанием для корректировки ранее принятых решений при обнаружении значительных отклонений от намеченного хода реализации решения.

Контроль сопутствует всем этапам процесса. По этому признаку различают следующие основные виды контроля: предварительный, текущий, корректирующий, заключительный.

Предварительный контроль осуществляется до начала мероприятий по разработке решения. Его целью является предупреждение наступления нежелательных результатов до момента их появления за счет разработки критериев оценки, отладки методики и регламента контролирующих действий.

Текущий контроль реализуется непосредственно в ходе процесса реализации решения. Он осуществляется руководителем и основан на измерении и изучении фактических промежуточных результатов выполненной работы в условиях воздействия внутренних и внешних факторов.

Корректирующий контроль направлен на уже совершенные действия и создавшуюся ситуацию. Он предназначен для корректировки ситуации, когда известны результаты реализации управленческого решения и они противоречат запланированным значениям. Главной целью является недопущение повторения аналогичных ситуаций в будущем.

Заключительный контроль выполняется после того, как принятое решение реализовано. Назначение – учет, измерение конечных результатов и сравнение их с запланированными, на основании чего может быть сделан вывод о степени достижения цели. Следует помнить, что заключительный контроль осуществляется тогда, когда уже нельзя поменять решение в случае неудачного исхода.

Понятие о моделях подготовки УР.

Новые проблемы часто требуют новых подходов к их разрешению. Для получения хорошего решения разработано много рецептов, моделей и алгоритмов.

Одна из моделей формирования новых решений содержит 24 этапа:

Этап 1. Руководитель или специалист в области управления должен либо измерять параметры текущих процессов либо чувствовать их значения. В случае едва заметных отклонений параметров текущей ситуации от запланированных, необходимо выявить тенденцию их дальнейшего развития.

Этап 2. Отклонения могут быть несущественные либо сами по себе с течением времени могут уменьшиться, и тогда никаких новых решений принимать не следует.

Если отклонения параметров ситуации существенны, это должно насторожить руководителя.

Этап 3. Руководитель должен сравнить конкретные параметры ситуации с плановыми (с целью) и определить состояние проблемы. Проблема оценивается как разность между параметрами цели и конкретной ситуации (такими параметрами могут быть время, качество выполняемых поручений, дисциплина работников, эффективность управленческой деятельности, состояние контактов с заказчиками и поставщиками и др.).

Этап 4. Руководитель должен установить приоритеты отклонений ключевых параметров проблемы от допустимых значений. По наиболее важным отклонениям руководитель должен составить для вышестоящего руководства и внешних заинтересованных лиц аналитическое заключение о причинах и возможных изменениях отклонений.

Этап 5. Производится согласование аналитического заключения с заинтересованными сторонами с целью выявления приоритетных отклонений.

Этап 6. Руководитель должен сформировать идею решения для уменьшения негативных тенденций развития проблемы. После этого он определяет вид

целевой технологии для ПРУР. Выбор осуществляется среди трех технологий: инициативно-целевой, программно-целевой и регламентной.

Этап 7. Для выбранной целевой технологии формируется состав процессорных технологий в качестве инструментария для ПРУР. Набор формируется из следующих технологий: по результатам, на базе потребностей и интересов, путем постоянных проверок и указаний, в исключительных случаях, на базе «искусственного интеллекта», на базе активизации деятельности персонала.

Этап 8. Руководитель разрабатывает на базе идеи решения (этап 6) набор средств и методов для уменьшения отклонений в развитии проблемы.

Этап 9. Руководитель прогнозирует возможные результаты реализации УР при предложенном наборе средств и методов.

Этап 10. При удачных прогнозах руководитель утверждает технологии ПРУР у вышестоящего руководства.

Если результаты прогнозов отрицательные, то руководитель должен вернуться к этапу 6.

Этап 11. В результате возможных замечаний при утверждении вышестоящим руководством руководитель должен скорректировать набор средств и методов для ПРУР.

Этап 12. Руководитель должен на время отложить выполненную работу и подумать о новой идее решения.

Если он нашел более эффективную идею решения, то ему необходимо возвратиться на этап 6. Если более эффективных идей решения не найдено, то формирование решения продолжается.

Этап 13. Руководитель или специалист в области управления выбирает критерии оценки либо одного решения, либо нескольких решений, полученных в результате многократного прохождения по этапам 6—12.

Этап 14. Для каждого критерия формируются модель оценки и шкалы (единицы измерения). Результаты согласовываются с заинтересованными лицами.

Этап 15. По результатам оценки руководитель выбирает УР для реализации.

Этап 16. УР утверждается вышестоящими органами компании.

Этап 17. Руководитель создает рабочие материалы, раскрывающие смысл УР, его формулировку, перечисляет набор необходимых средств и методов.

Этап 18. Руководитель осуществляет юридическое оформление УР в форме приказа, доверенности, договора и т.д.

Этап 19. Руководитель организует подготовку к выполнению УР, в том числе распределяет права и ответственность, ресурсы, инструкции среди участвующего в выполнении УР персонала. Указывается время начала и конца процесса реализации УР.

Этап 20. Руководитель объявляет о начале практической реализации УР.

Этап 21. Уполномоченные руководителем лица проводят промежуточный контроль за ходом выполнения УР.

Этап 22. Инициатор решения информируется уполномоченными лицами или непосредственно исполнителями о ходе выполнения УР.

Этап 23. По итогам выполнения УР составляется отчет, в который включаются сведения о конечном состоянии проблемы и прогнозе ее дальнейшего развития (благоприятном или неблагоприятном).

Этап 24. Руководитель должен аккуратным образом по заданной структуре ввести в базу данных все сведения о формировании УР для возможного дальнейшего использования.

Разработка альтернатив — один из важных этапов ПРУР. Выбор метода разработки варианта будущего решения достаточно сложен и зависит от множества факторов. Характеристики этих факторов: результативность, практичность, экономичность.

Результативность заключается в том, что метод должен обеспечить получение результата — управленческого решения, которое должно ликвидировать проблему.

Практичность — обеспечение возможности использовать метод без увеличения степени неопределенности ситуации и достоверности получаемого результата.

Экономичность связана с необходимостью получения максимального результата при минимальных затратах.

К факторам, влияющим на выбор метода разработки альтернатив, относятся следующие:

- наличие информации о структуре системы и внешней среде (информация может быть полной, неполной или отрывочной);
- уровень представления информации (описание качественное, количественное и неопределенное, например, фреймовое);
- размерность задач (малая, средняя и большая).

С учетом этих факторов методы разработки классифицируются на следующие группы: экономико-математические, формальные и эвристические.

Экономико-математические методы основаны на построении алгоритмической процедуры, обеспечивающей поиск оптимального решения за конечное число шагов. Данная группа методов может быть использована при достаточно полном и большом объеме количественно выраженной информации.

Эти методы подразделяют на аналитические (теория игр, методы математического программирования) и статистические (теория массового обслуживания, вероятностное моделирование). Экономико-математические методы применяются при разработке вариантов экономических и технических решений, когда необходимо рассмотреть зависимость конечного состояния от комбинации ряда факторов, выраженных количественно. Примером использования данных методов выступают решения по оптимизации финансового результата объекта и др. Главный недостаток конечных методов — невозможность учета человеческого фактора, который не поддается формализации, но оказывает решающее воздействие на управленческое решение.

Поэтому при разработке альтернатив будущего решения получили распространение эвристические методы.

Эвристические методы основаны на логике, интуиции и опыте лиц, принимающих решение (ЛПР). Данные методы позволяют «уловить» и использовать эти процессы при разработке альтернатив. В зависимости от используемого подхода эвристические методы подразделяются на формально-эвристические и неформально-эвристические.

Основа формально-эвристических методов — формализация приемов решения сложных задач человеком путем моделирования его мыслительных процессов. Включают метод эволюционного моделирования, лабиринтные методы и др.

### **1.7. Прогноз социально-экономических последствий принимаемых управленческих решений.**

Человеческая жизнь устроена так, что буквально всем людям (за исключением маленьких детей и отдельных индивидов) ежедневно приходится решать какие-то задачи: от самых элементарных до более серьезных. А для такой категории людей, как менеджеры, руководители, выработка, принятие, организация выполнения управленческих решений составляет сущность и главное содержание профессионального труда.

Любая социальная общность (коллектив, регион и т. п.) всегда ставит перед собой определенные цели, ищет пути их достижения и, естественно, может встретить на этом пути немало препятствий, ограничений, в том числе теоретических и практических. Управленческий опыт доказал, что именно управленческое решение способно избавить коллектив, иной социальный субъект от появившихся проблем. А проблема, как отмечает В. Р. Веснин, «всегда имеет определенное содержание (что?); связана с каким-то конкретным местом (где?); временем возникновения, частотой повторяемости, сроками разрешения (когда?); обладает теми или иными количественными параметрами (сколько?); наконец, характеризуется кругом лиц, причастных к ней так или иначе (кто?)... Выявление перечисленных моментов позволяет очертить так называемое проблемное поле, на котором должны разворачиваться действия, направленные на решение проблем». Возникающие проблемы можно классифицировать по степени важности, по масштабности, по степени риска, по возможности их структурировать, по самой возможности их решения, по срокам и др.

При выработке управленческого решения исключительно важен учет интересов всех участников управленческого процесса: главных разработчиков социально-экономических проектов (государства, региона, коллектива и т. п.), различных социальных общностей, индивидов, во имя которых разрабатываются и реализуются проекты, программы, планы и т. д. Иными словами, выработка и реализация управленческих решений должна осуществляться на глубокой

научной основе, направляться на благо всех слоев населения страны, на устойчивое развитие ее экономики, на укрепление международного авторитета.

В социологии управления теоретические и практические выводы о социальной и экономической значимости управленческих решений целесообразно делать на основе их исследования в тесной взаимосвязи с окружающей средой, сферами и объектами их управленческого влияния, видовыми признаками и особенностями.

Во-первых, важно знать, для какого объекта (пространства, социума) предназначено изучаемое решение: для общества в целом, для отдельных сфер общественной жизни, отдельных регионов, отдельных отраслей, для единичных объектов. От конкретного объекта зависят целевые установки, сложность или простота решения, количество и содержание выявленных проблем, способность субъектов справиться с поставленной задачей и т. д. Самыми объемными и самыми сложными считаются решения, касающиеся общества в целом, целевые масштабные программы, проекты.

Во-вторых, нельзя упускать из виду то, что определенными особенностями обладают управленческие решения, рассчитанные на различные временные сроки. Одно дело, изучить и оценить решение оперативное, краткосрочное, другое — долгосрочное и даже среднесрочное: определение целей и технологии реализации, кадрового обеспечения, контроля здесь будут различными.

В-третьих, управленческие решения принимают различные органы и организации: от государства до общественных организаций и отдельных менеджеров по самым различным вопросам и с различной степенью обязательности их выполнения (строго обязательные, директивные или приказные, рекомендательные, «советующие» и т. п.). Каждый из этих видов тоже требует дифференцированного подхода к исследованию и оценке, т. к. играет различную роль в социально-экономической жизни общества.

Как видим, многоплановость, многоуровневость управленческих решений обуславливает получение и оценку соответствующей социологической инфор-

мации, предполагает использование различных подходов к их разработке и реализации. Выявление специфики управленческих решений и их классификация занимают важное место в теории и практике управления.

Классификация управленческих решений — сложный логико-познавательный процесс. Он включает многостороннее изучение особенностей объекта и субъекта управления, различных видов деятельности по управлению как в обществе в целом, так и в соответствующих его сферах. Применив многомерную классификацию в зависимости от различных критериев, можно выделить несколько групп управленческих решений. Болгарские специалисты, например, рассматривают следующие виды управленческих решений: национальные и региональные; экономические, социально-политические, культурно-идеологические; государственно-правовые и руководящие (решения общественных организаций); глобальные и специфические; стратегические и тактические; коллективные и единоличные; формализованные и неформализованные; научно обоснованные и эмпирически-интуитивные; новаторские и рутинные. Данная классификация, конечно, не исчерпывает всевозможных видов и подходов к управленческим решениям. Но, с другой стороны, чрезмерное дробление вряд ли полезно как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Несколько подробнее рассмотрим важнейшие группы управленческих решений.

Национальные и региональные решения (в основе иерархия и компетентность органов управления) вырабатываются и принимаются органами соответствующего уровня по проблемам национального значения, затрагивают общество в целом, все социальные группы, всех граждан. Необходима разработка нескольких вариантов решения, выбор наиболее приемлемого, социально значимого, обеспечивающего рациональное использование природных и человеческих ресурсов.

Региональные решения разрабатываются территориальными административно-управленческими единицами, соотносятся с национальными решениями, нормативными и другими требованиями, отражающими полномочия региональных органов, направлены на удовлетворение потребностей населения региона.

Экономические решения (критерий — область жизнедеятельности) определяют экономическое развитие общества, региона, коллектива, разрабатываются в соответствии с социально-экономической политикой государства, миссией организации, интересами субъектов и объектов социального управления. Необходима глубокая научная обоснованность, учет изменений окружающей среды, конъюнктуры рынка и т. п.

Социально-политические решения имеют своей целью обеспечение высокого уровня социальной защищенности граждан на основе гуманистической социальной политики государства, развития эффективных инновационных форм социальной деятельности с использованием различных видов собственности и т. д.

Культурно-идеологические решения направлены на развитие духовной сферы общества, совершенствование идеологического процесса, отражающего новые подходы государства к социально ориентированной экономике, разноректорной международной политике, укреплению обороноспособности страны и усилению патриотического воспитания населения, утверждению здорового образа жизни и обеспечению роста благосостояния народа и его духовно-культурного облика.

Экономические, социально-политические, культурно-идеологические решения при их относительной самостоятельности и специфике теснейшим образом связаны между собой, направлены на единое общенародное дело.

Государственно-правовые и руководящие решения (классификация в зависимости от правового статуса органа, принимающего решения) воплощают и выражают закрепленные в Конституции права, обязанности, принципы дея-

тельности данного государственного органа или общественной организации. Недопустимо превышение прав или неиспользование их, необоснованное изъятие функций у одних органов и передача их другим. Государственно-правовые решения, как правило, имеют обязательную силу, определенную юридическую форму, соответствующее юридическое оформление: издаются специально уполномоченными государственными органами; сохраняют строгую иерархию, соответствующую иерархии в системе госорганов; существует точно определенный порядок при подготовке, обсуждении, принятии, утверждении и опубликовании законов и подзаконных актов.

Особое внимание уделяется стратегическим и тактическим решениям.

Стратегические решения направлены на достижение результатов в перспективе, регламентируют деятельность социального субъекта на значительный период. Их принимают органы высокого политико-управленческого звена. Стратегические решения направлены всегда в будущее. Последствия могут быть позитивными и негативными. Исключительное значение имеет выбор цели — правильное ее определение. Необходимо использовать современные научные методы и средства: научное прогнозирование будущего состояния управляемой системы и глубокое изучение тенденций ее развития; моделирование процессов; использование методов экспертных оценок; поливариантность и т. д.

Разработка и реализация стратегических решений — процесс сложный, требующий огромной целенаправленной и многоплановой работы. Чтобы успешно реализовать стратегическое решение, приходится прибегать к оперативным вмешательствам, корректировкам. Эту роль выполняют тактические решения. Они необходимы по той причине, что развитие социальных систем, как правило, имеет вероятностный характер. И даже самый совершенный прогноз не в состоянии однозначно определить ход управленческого процесса. «Постоянное отклонение фактического выполнения плана от первоначальных заданий, — пишет Г. И. Кархин, — свидетельствует не о неумении "предви-

деть" и "научно определять ту ситуацию, которая может сложиться в будущем", а отражает объективную неизбежность этого расхождения, связанную с вероятностной природой развития социально-производственной системы».

Тактические решения корректируют ход выполнения стратегических решений, регламентируют протекание тех или иных процессов в рамках этих решений. Тактические решения готовятся иначе, чем стратегические: они базируются на информации о функционировании системы в процессе работы над стратегическим решением, отражающей трудности, противоречия этого процесса, указывающей на необходимость оперативного вмешательства, поправок, дополнений. А это, в свою очередь, возможно при непрерывном контроле за ходом реализации стратегических решений.

Тактические решения требуют определенных качеств руководителя. Он должен обладать способностью быстро реагировать на ситуацию, большой маневренностью, умением концентрировать внимание на узловых вопросах функционирования системы, четко понимать и не упускать из виду органическую связь между задачами дня и стратегическими целями. Важно обратить внимание на умение руководителя выделять и формулировать конкретные задачи, решительно отказаться от стереотипных формальных фраз: «поднять», «повысить», «усилить» и т. п. Тактические решения всегда конкретны по всем параметрам: целевым, цифровым, кадровым, временным и т. д.

Немногоим отличается процесс выработки и принятия управленческих решений в зарубежной теории и практике управления. Американская наука управления признает за управленческими решениями исключительную роль, особое место отводит организационным решениям, т. е. решениям на уровне производственных коллективов, а также роли менеджеров в их подготовке и реализации. «Принятие решений, — замечает профессор Ф. Харрисон, — это интегральная часть управления организацией любого рода. Более чем что-либо другое, компетентность в данной области отличает менеджера от не-менеджера

и, что еще важнее — эффективно работающего менеджера от его неэффективно работающего коллеги».

В системе организационных решений рассматриваются также запрограммированные и незапрограммированные решения. Термин «запрограммированные» заимствован из языка компьютерной технологии, введен в управленческую науку нобелевским лауреатом Гербертом Саймоном. Запрограммированные решения в высокой мере структурированы, ограничены определенными условиями, не зависящими от менеджера. Они предполагают определенную последовательность шагов, действий, число возможных альтернатив ограничено, выбор делается в пределах, заданных организацией. Незапрограммированные решения обусловлены новыми ситуациями, неизвестными факторами, не позволяющими заранее однозначно определить результаты, выбрать формы реакции, поведения. В чистом виде ни запрограммированных, ни незапрограммированных решений не существует...

С учетом особой роли руководителя рассматриваются интуитивные организационные решения и решения, основанные на суждениях, а с учетом влияния внешней среды рассматриваются решения, принимаемые в условиях определенности, риска, неопределенности.