

## Оглавление

Введение .....	6
1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	8
1.1. Основные сведения об информационных системах .....	8
1.2. Классификация информационных систем .....	9
1.3. Автоматизированные рабочие места .....	11
2. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ .....	13
2.1. Основные сведения об информационном моделировании .....	13
2.2. Информационная модель объекта .....	15
2.2.1. Структура Информационной модели объекта .....	15
2.2.2. Уровни проработки Информационной модели объекта (LOD).....	16
2.3. Среда общих данных (СОД, CDE).....	18
2.3.1. Общие сведения о СОД .....	18
2.3.2. Система управления инженерными данными (СУИД) .....	19
2.4. Состояние и перспективы развития информационного моделирования в России и мире .....	20
2.5. Организация информационного моделирования .....	22
2.5.1. Основные сведения об организации информационного моделирования .....	22
2.5.2. Требования заказчика информационной модели (EIR, ТрЗ) .....	22
2.5.3. План реализации BIM-проекта (BEP) .....	23
2.6. Программное обеспечение для информационного моделирования .....	24
2.6.1. Интероперабельность. Форматы данных при информационном моделировании .....	24
2.6.2. Программные продукты для информационного моделирования.....	25
3. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ.....	29
3.1. Информационные технологии и системы, применяемые при строительстве АЭС.....	29
3.2. Информационное моделирование на всех этапах жизненного цикла объекта энергетики .....	30
3.2.1. Особенности жизненного цикла объектов энергетики .....	30
3.2.2. Multi-D — технология информационного моделирования при реализации ИСП АЭС .....	32
3.2.3. Информационное моделирование на этапе вывода из эксплуатации атомных электростанций .....	41
3.3. Другие информационные технологии АЭС.....	43
3.3.1. Поддержка управления запасами.....	43
3.3.2. Полевой инжиниринг .....	44
3.3.3. Беспилотники .....	47

4. ТРЕБОВАНИЯ И ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	48
4.1. Требования к курсовому проекту .....	48
4.1.1. Требования к текстовой части курсового проекта .....	48
4.1.2. Требования к графической части курсового проекта.....	50
4.2. Пример выполнения графической части курсового проекта (моделирование башенной градирни в Autodesk Revit).....	50
4.2.1. Подготовка к работе Autodesk Revit .....	50
4.2.2. Моделирование градирни.....	51
4.2.3. Проект организации строительства градирни с применением ТИМ.....	60
5. РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРАКТИКУМОВ .....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	65
Контрольные вопросы для самопроверки .....	66
Библиографический список.....	67
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	70

## ВВЕДЕНИЕ

Современные крупные *инвестиционно-строительные проекты (ИСП)*, такие как проекты объектов энергетики (ТЭС, АЭС и др.), представляют собой сложные системы, функционирующие в условиях высокой неопределенности. Взаимодействие многочисленных участников таких проектов должно быть эффективным и синхронизированным, что предъявляет повышенные требования к уровню управления информационными потоками в проекте. Для решения задач такого управления существует направление, получившее название «*информационно-технологический инжиниринг (ИТИ)*».

Согласно ГОСТ Р 58179-2018 Инжиниринг в строительстве. Термины и определения ИТИ представляет собой «инженерно-консультационные услуги в области создания, внедрения и сопровождения специализированных для строительной отрасли программных продуктов, средств связи и коммуникации, направленных на эффективную реализацию инвестиционно-строительных проектов» [5].

Можно сказать, что ИТИ — это управление информацией на всех этапах *жизненного цикла ИСП (ЖЦ ИСП)*. Выделяют пять таких этапов: подготовка проекта, проектный этап, контрактный этап, строительно-технологический этап (возведение), завершение проекта.

Также используется понятие «*жизненный цикл объекта капитального строительства (ЖЦ ОКС)*». Согласно Федеральному закону «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (№ 384-ФЗ от 30.12.2009, действующая редакция 2022) ЖЦ ОКС — это «период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения».

Инструментами ИТИ являются *информационные технологии (ИТ)*. На сегодняшний день разработано и постоянно развивается множество средств ИТ для строительной деятельности (рис. 1.1). Перечислим основные из них: контрольные датчики; интеллектуальная строительная техника; лазерные сканеры; роботизированные тахеометры; беспилотные летательные аппараты (БПЛА); мобильные устройства с интегрированными программными приложениями; технологии GPS и RFID (радиочастотная идентификация) для решения задач управления трудовыми ресурсами, техникой, логистических задач и т.п.; технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности для моделирования работ, получения в реальном времени обратной связи со стройплощадки.

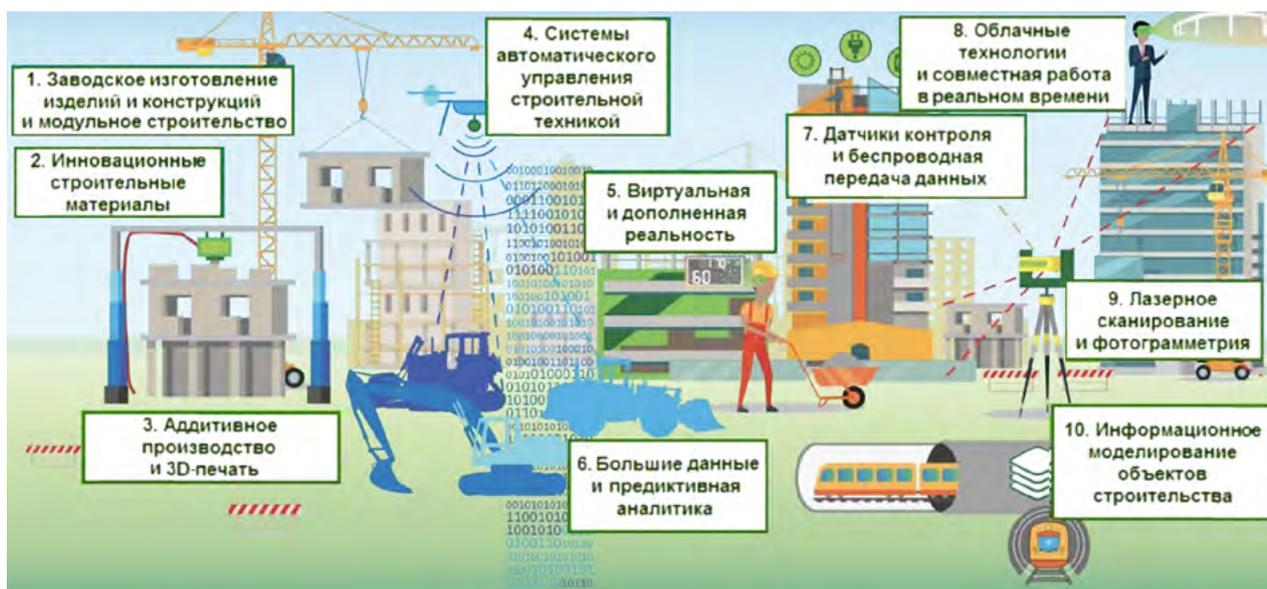


Рис. 1.1. Информационные технологии в строительстве

([https://www.fig.net/fig2020/articles/FIG2020\\_10\\_Construction\\_Economics\\_and\\_Management.htm](https://www.fig.net/fig2020/articles/FIG2020_10_Construction_Economics_and_Management.htm))

Однако недостаточно просто взять ряд технологий. Необходима их интеграция в единую систему в соответствии с задачами ИСП. Это не только технические задачи наподобие обеспечения взаимодействия (интероперабельности) программных продуктов, но и организационные, в частности, подготовка персонала, обеспечение взаимодействия между постановщиками задач и исполнителями и т.п. Иными словами, необходим комплексный подход к решению вопросов управления информацией. В строительстве такой подход нашел выражение в двух направлениях — *информационные системы* и *информационное моделирование*.

В первом разделе учебно-методического пособия будут рассмотрены применяемые в строительстве информационные системы, во втором — информационное моделирование. В третьем разделе рассказывается о применении информационных технологий и систем и об информационном моделировании *в энергетическом строительстве*, в основном на примере проектов АЭС. Четвертый раздел представляет собой указания по курсовому проектированию, пятый — указания к проведению практических занятий и практикумов.

# 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## 1.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Под *информационной системой (ИС)* понимается система обработки, распределения доступа и предоставления информации, включая задействованные в системе ресурсы организации: персонал, технические и финансовые ресурсы. Иначе говоря, это вся часть организации, задействованная в процессе управления информационными потоками. Сегодня ни одна крупная организация в инвестиционно-строительной сфере не может успешно функционировать без ИС.

ИС включает:

- совокупность средств программного обеспечения для обработки данных;
- персонал, отвечающий за эксплуатацию и оперативное управление системой;
- бизнес-процессы менеджмента и контроллинга;
- средства автоматизации для реализации поисковых, производственных, информационных и других функций;
- интерактивные справочники, регламенты обмена данными между пользователями ИС, базы стандартов;
- инструкции, регламентирующие функции, и взаимодействие ролей, общая методология работы в системе;
- документация, регламентирующая организационное обеспечение работы в ИС.

Ключевой задачей при разработке ИС является создание *единого информационного пространства (ЕИП)*, посредством которого организуется обмен информацией (в том числе документооборот) между сотрудниками организации.

Характеристики ИС устанавливаются на основе анализа бизнес-процессов организации с учетом мнения и потребностей всех ее элементов. Структура ИС строится на основе декомпозиции на модули, соответствующие различным сферам управленческой деятельности организации. Все элементы и система в целом должны иметь возможность легкой адаптации к внешним и внутренним изменениям организации, в том числе к необходимости модернизации и диверсификации продукции.

При разработке ИС необходимо соблюдать *принцип первого руководителя*: управление разработкой, внедрением и эксплуатацией ИС должно осуществляться при непосредственном участии высшего руководителя организации.

Разработку и внедрение в эксплуатацию ИС следует выполнять поэтапно. Выделяют следующие стадии:

1. Стадия формирования условий и требований к функционированию ИС со стороны заказчика.
2. Стадия разработки описания бизнес-процессов организации, требующих информационной поддержки с помощью ИС, формирование архитектуры системы.
3. Стадия разработки программного обеспечения ИС, ее кадрового и организационного сопровождения.
4. Стадия опытной эксплуатации — развертывание и тестирование системы в рамках базового функционала.
5. Стадия масштабирования ИС от использования с ограниченным функционалом до готовности к эксплуатации в полном объеме в масштабе всей организации.
6. Стадия промышленной эксплуатации, включающей администрирование, техническое сопровождение, устранение сбоев, перенастройку, обновление и развитие.

Рассмотрим основные стандарты и программы в области ИС. В конце 80-х годов прошлого века в Англии был разработан стандарт ITIL (Information Technology Infrastructure Library). ITIL на сегодняшний день является одним из наиболее общих стандартов в области эксплуатации информационных систем. Стандарт нацелен на формирование ясного представления о критериях, согласно которым должна строиться служба эксплуатации информационной системы организации.

Стандарт ITIL дал развитие ряду концептуальных направлений в области ИС. Среди них наиболее известна концепция Information Technology Service Management (ITSM), разработанная Hewlett-Packard. Главной целью этой концепции является ориентация информационных систем на оказание качественных услуг по управлению информацией для различных подразделений организации и на высокую экономическую эффективность информационной инфраструктуры предприятия.

В отечественной практике при разработке ИС используются в первую очередь ГОСТы 34 серии, в частности:

- ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения;
- ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;
- ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы;
- ГОСТ 34.603-92 Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем;
- ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем;
- РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

## 1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Современная классификация ИС, применяемых в инвестиционно-строительной сфере, включает следующие основные типы систем:

– *ERP (Enterprise Resource Planning / Планирование ресурсов предприятия)* — поддерживают функционирование организации на постоянной основе. Наиболее популярные системы такого типа реализуются такими зарубежными компаниями, как SAP, Baan, Scala и др., а также отечественными — 1С, «Парус», «Галактика» и др.;

– *PM (Project Management / Управление проектами)* — нацелены на управление проектами. Существует множество систем, существенно различающихся в зависимости от отрасли и принятых бизнес-моделей. В отечественной практике, как правило, функции PM реализуются в универсальных системах. Примером является модуль «1С:PM Управление проектами»;

– *BPMS (Business Process Management Systems / Системы управления бизнес-процессами)* — это универсальные системы управления компанией, ориентированные на автоматизацию типовых цепочек бизнес-процессов. В России и соседних странах разработкой таких систем занимаются ELMA, Terrasoft, Ruli24;

– *BPM (Business Performance Management / Управление эффективностью бизнеса)*, в другой терминологии — *EPM (Enterprise Performance Management / Управление эффективностью предприятия)*, *SEM (Strategic Enterprise Management / Стратегическое управление организацией)* и *CPM (Corporate Performance Management / Корпоративное управление эффективностью)* — эти системы предназначены для управления эффективностью предприятия. Как правило, такие системы используются для финансового анализа и управления в корпорациях и банках. Системы позволяют разрабатывать стратегии на основе *KPI (Key Performance Indicators / Ключевые показатели эффективности)*, а также осуществлять другие функции, связанные с аналитикой, контролем и планированием;

– *СЭД (Системы электронного документооборота)* или *САД (Системы автоматизации документооборота)* — ориентированы на человекочитаемые документы и осуществление обмена и редактирования таких документов заинтересованными лицами. Российский рынок систем автоматизации документооборота сильно монополизирован, практически половина его закрывается компанией «Электронные офисные системы» (ЭОС). Внедрение таких систем актуально в первую очередь для компаний, в которых документооборот характеризуется боль-

шими объемами и сложностью структуры взаимодействия, в том числе корпораций, реализующих крупные строительные проекты.

Рассмотрим подробнее наиболее универсальный тип ИС — ERP (также иногда используется аббревиатура КИС — Корпоративная информационная система). ERP представляет собой комплексную автоматизированную ИС, функционирующую в режиме реального времени, предназначенную для автоматизации бизнес-процессов организации на всех уровнях управления. Среди функций, реализуемых ERP, особую роль играют системы поддержки бизнес-процессов принятия управленческих решений (СППР).

Функционирование ERP базируется на взаимодействии с различными модулями, такими как:

- программные пакеты CAD (Computer Aided Design) / САПР (системы автоматизированного проектирования);
- текстовые, табличные, мультимедийные системы (автоматическое формирование, заполнение документов и т.п.);
- базы данных;
- модули управления документооборотом (PDM).

Программное обеспечение ERP весьма разнообразно. Среди предлагаемых на рынке комплексных продуктов стоит отметить:

- SAP ERP (компания «Systems, Applications and Products in Data Processing», Германия);
- Oracle Applications (компания «Oracle», США);
- Baan IV, Renaissance CS (США);
- БОСС-КОРПОРАЦИЯ (компания «ИТ», Россия);
- «1С:Предприятие 8» (компания «1С», Россия);
- «1С-Парус» (компании «1С» и «Парус», Россия);
- «Project Expert 7.5» (компания «ТМ Soft», Россия);
- КИС «ПАРУС».

Для строительной отрасли компанией «1С» была разработана специальная типовая КИС «1С:ERP Управление строительной организацией 2». Система включает следующие функциональные подсистемы:

1. Управление строительным производством;
2. Управление автотранспортом и строительными машинами;
3. Управление финансами;
4. Бюджетирование;
5. Управление денежными средствами;
6. Управление взаиморасчетами;
7. Бухгалтерский учет;
8. Долевое строительство;
9. Управление эксплуатацией объекта;
10. Учет по международным стандартам;
11. Управление персоналом;
12. Расчет заработной платы;
13. Управление промышленным производством;
14. Планирование производства;
15. Посменное планирование производства;
16. Управление затратами и расчет себестоимости;
17. Управление основными средствами;
18. Управление продажами;
19. Управление закупками;
20. Управление складом (запасами);
21. Управление инвестиционной деятельностью;
22. Сметная подсистема (конфигурация «Смета»);
23. Управление выполнением работ;

24. Управление недвижимостью, в которую входят базовые объекты конфигураций:

- Аренда и управление недвижимостью. Модуль для 1С:ERP;
- Риэлтор. Управление продажами недвижимости. Модуль для 1С:ERP.

Для автоматизации разработки информационных систем существуют специальные средства, называемые CASE (Computer-Aided Software Engineering). Примеры программных средств CASE-технологии — CASE Analytic, ERWin Data Modeler, Silverrun.

### 1.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА

Если ИС направлены на интегрированное управление в масштабах всей организации, то программное и аппаратное обеспечение отдельных рабочих мест получило название «автоматизированное рабочее место» (АРМ).

Программные обеспечения АРМ с примерами продуктов представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

#### Программное обеспечение АРМ в строительстве

Вид программного обеспечения	Примеры продуктов
Финансовый и бухгалтерский учет	Microsoft Money; «1С:Бухгалтерия 8»
Методо-ориентированные (реализуют определенные методы решения научно-технических, математических задач)	MathCAD, Matlab, Statistica, реализующие следующие задачи: – математическое программирование (линейное, динамическое, стратегическое и т.д.); – сетевое планирование и управление; – задачи массового обслуживания (например, управление очередями); – математическая статистика; – дифференциальные уравнения; – классификация и кластеризация; – прогнозирование; – операции над матрицами
Автоматизации проектирования (САПР, CAD) (для разработки чертежей, схем, диаграмм и т.п.)	Пакет AutoCAD, «КОМПАС-3D», DesignCAD, Drafix CAD Professional, Project Studio CS, ProConcrete, «nanoCAD СПДС Железобетон», Advance Steel, Vocad-3D
Расчет строительных конструкций	SCAD Office, «ЛИРА», Autodesk Robot, SOFiSTiK, NormCAD, NormFEM
Общего назначения (текстовые и табличные процессоры, графические редакторы, средства распознавания текста, системы управления базами данных (СУБД))	Графические редакторы — растровые (Adobe Photoshop, Aldus PhotoStyler); векторные (CorelDRAW, Adobe Illustrator). Табличные редакторы (электронные таблицы) — Microsoft Excel, Lotus 1-2-3. Пакеты графической презентации — Microsoft Power Point, Harvard Graphics. Мультимедийные системы (для обработки и отображения аудио- и видеoinформации) — Adobe Director, Multimedia Viewkit. Системы управления базами данных (СУБД) — Microsoft Office Access, dBase, Microsoft Visual FoxPro, Microsoft SQL Server. Системы управления базами знаний («программные оболочки») — Expert-Ease, ArcGIS Knowledge Server. Инструментальные средства создания экспертных систем — среда CLIPS (C Language Integrated Prediction System). Экспертные системы, связанные с Интернетом — JESS (Java Expert System Shell). Программные платформы для создания приложений, управления данными — Microsoft .NET Framework, Symphony, Microsoft Works, Lotus Works, Microsoft Office
Настольные издательские системы (функционально более мощные текстовые процессоры)	Corel Ventura, QuarkXPress

Системы искусственного интеллекта	Программы распознавания символов (и преобразования их в коды ASCII или Unicode) — ABBYY FineReader, CuneiForm. Приложения автоматического перевода — Google Translator, Yandex Translator. Программное обеспечение технологии Data Mining — SAS ENTERPRISE MINER, PolyAnalyst, Oracle Data Miner. Программное обеспечение технологии Text Mining (технологии анализа текстов и извлечения из них полезной информации) — Intelligent Miner for Text (IBM), SAS Text Miner
-----------------------------------	---

Примером комплексного решения для автоматизации рабочих мест является программный комплекс «АЛЬФА-ОФИС» Standard. Комплекс включает более 45 готовых инструментов, соответствующих основным сферам деятельности современной строительной компании: управление закупками и поставками, управление складированием, бухгалтерский учет, финансовая отчетность и аналитика, управление производством, диспетчеризация, экономическое обоснование проектов, управление стройплощадкой, управление персоналом, автоматизированная разработка документов и многое другое.

«АЛЬФА-ОФИС» включает модуль «АРМ ПТО строительной организации», позволяющий автоматизировать реализацию следующих функций (на основе входящей в модуль базы данных актуальной нормативной документации):

- составление смет в электронном виде либо ручным вводом локальных смет, либо загрузкой их из внешних баз данных;
- формирование сводного сметного расчета;
- разработка объектных и локальных смет;
- формирование накопительной ведомости;
- составление акта выполненных работ;
- расчет потребности ресурсов в соответствии с нормативной документацией;
- расчет стоимости строительно-монтажных работ и налогов в текущих ценах;
- составление справок;
- формирование реестра актов выполненных работ;
- расчет договорной (контрактной) цены:
  - составление ведомости объемов и стоимости работ в базисных и текущих ценах,
  - расчет стоимости укрупненных групп материалов в текущих ценах,
  - расчет стоимости механизмов в текущих ценах,
  - формирование графика производства работ,
  - расчет зимних удорожаний в базисных ценах,
  - формирование графика платежей,
  - составление актов сдачи-приемки выполненных работ.

## 2. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

### 2.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

В первую очередь отметим, что до сих пор нет общепринятой терминологии в области информационного моделирования объектов строительства. Оставляя за рамками анализ различных подходов к этой терминологии, отметим, что все предлагаемые термины имеют общую часть, а именно «ИМ» — «Информационное моделирование» или «Информационная модель»<sup>1</sup>. При этом наиболее распространены международный термин BIM (Building Information Modeling/Model) и отечественные ТИМ (технологии информационного моделирования) или ТИМ-модель. Эти термины также будут использоваться в некоторых случаях.

Под *информационным моделированием* понимается деятельность по созданию и управлению информационной моделью объекта (ИМ) на каждом этапе его жизненного цикла. *Информационная модель объекта (ИМ)*, в свою очередь, это представление объекта строительства в цифровой форме, непрерывно существующее в виртуальном мире параллельно объекту на протяжении всего его жизненного цикла. Ее можно рассматривать, с одной стороны, как виртуального двойника, с другой — как информационную систему (см. раздел 1) объекта.

Общепринят дата-центрический подход, согласно которому центральной в информационном моделировании является информация. Соответственно целью использования ИМ является обеспечение участников ИСП точными и достоверными данными из единого источника в нужном для каждого участника виде. Информационная модель по мере развития проекта накапливает архитектурную, конструкторскую, инженерную, технологическую, экономическую и другую информацию. Эта информация в дальнейшем используется для различных видов анализа, оптимизации, мониторинга в целях поддержки принятия точных и обоснованных решений на всех этапах жизненного цикла объекта.

Рассмотрим различия между традиционным подходом к управлению проектом и управлению им с применением ИМ на основных стадиях жизненного цикла объекта строительства — проектировании, возведении и эксплуатации.

*На стадии разработки* проекта при отсутствии ИМ различные разделы проектной документации разрабатываются разными отделами, которые, как правило, недостаточно скоординированы между собой, что приводит к коллизиям<sup>2</sup>, несинхронизированности изменений, дублированию информации. Один и тот же элемент (например, колонна), дублируется во множестве документов (в каждом плоском чертеже, в расчетной модели и т.д.).

Применение ИМ предполагает разработку проектной документации с помощью цифровой трехмерной модели. Все изменения отражаются в реальном времени в цифровой модели для всех проектировщиков, что устраняет проблему несинхронизированности. Как правило, в цифровой модели предусмотрена функция выявления коллизий (например, пересечения конструкций). На 3D-модели гораздо удобнее воспринимать геометрическую информацию, тогда как восприятие ее по 2D-чертежам требует значительного участия воображения. Наконец, каждый элемент моделируется один раз, он является «объектом» модели, и вся информация об объекте по всем разделам проектной документации «привязывается» к этому объекту. Например, изменение высоты колонн в архитектурной части влечет автоматическое изменение этой высоты в расчетной схеме.

*На стадии строительства* реализуются две основные функции — управление поставками и управление строительно-монтажными работами. Для управления поставками традиционно используются нескоординированные документы — заказы, таблицы Excel и т.п. В лучшем случае используется информационная система наподобие 1С. Применение ИМ позволяет

<sup>1</sup> Несмотря на эту «двусмысленность» аббревиатуры (моделирование или модель), как правило, расшифровка в каждом конкретном случае ясна из контекста. В тех случаях, когда возможно двойное понимание, будет даваться расшифровка.

<sup>2</sup> Коллизии, здесь — геометрические пересечения элементов цифровых моделей (конструкций, оборудования и т.д.) и другие нарушения ограничений.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)