

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО
ХОЗЯЙСТВА

А. Л. Шаповалов

Н. В. Гринчак

Е. В. Кузьмичева

Конспект лекций

***ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ПРОЕКТИРОВАНИИ***

*(для студентов 5 курса специальности 7.06010101 – «Промышленное и
городское строительство» дневной и заочной форм обучения)*

Харьков – ХНАГХ – 2011

Шаповалов А. Л. Конспект лекций по курсу «Информационные технологии в проектировании» (для студентов 5 курса специальности 7.060 10101 – «Промышленное и городское строительство» дневной и заочной форм обучения)» / Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва; А. Л. Шаповалов, Н. В. Гринчак, Е. В. Кузьмичева – Х: ХНАМГ, 2011 – 66 с.

Авторы:

А. Л. Шаповалов
Н. В. Гринчак
Е. В. Кузьмичева

Рецензент: к. ф.-м. н., доц. Костенко А. Б.

Рекомендовано кафедрой ПМ и ИТ, протокол № 5 от 13 января 2011 г.

© Шаповалов А. Л., Гринчак Н. В., Кузьмичева Е.В., ХНАМГ, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
1. Лекция 1. Введение в дисциплину.....	4
1.1. Современные Информационные технологии и системы.....	4
1.2. Основные определения.....	6
1.3. Что такое ТЕХНОЛОГИЯ?.....	7
1.3. Информационные технологии.....	8
1.4. Информационные системы в проектировании.....	11
2. Лекция 2 Современные информационные системы управления, производства и проектирования.....	13
3. Лекция 3. Основы автоматизированного проектирования объектов строительства.....	21
3.1 .Сущность процесса проектирования.....	21
3.2 Методология системного подхода и анализа к проблеме проектирования сложных систем.....	23
3.3. Системный подход к задаче автоматизированного проектирования.....	26
3.4. Этапы проектирования сложных систем.....	26
4. Лекция 4. Системы автоматизированного проектирования.....	28
4.1 Структура САПР.....	28
4.2 Типы САПР в области архитектуры и строительства.....	29
4.3 Основы методологии проектирования ИС (САПР).....	30
5. Лекция 5. Современные специализированные системы и программы в строительном проектировании.....	35
5.1 Типовая Структура Комплексной САПР.....	35
5.2 Перечень программного обеспечения для архитектурно-строительного проектирования и расчетов.....	36
6. Лекция 6: Структура и технологии работы программ автоматизации проектирования в строительстве (слайды).....	43
6.1 Структура и связи ИТ.....	43
6.2 Схема организации проектирования.....	44
6.3 Этапы проектирования.....	44
7. Лекция 7. Системы для расчета и проектирования строительных конструкций (ЛИРА, МОНОМАХ и другие). Слайды.....	47
Технология проектирования конструкций.....	47
7.2. Структура ПО Лира.....	50
7.3. Структура ПО Мономах.....	50
7.4 Программный комплекс ЭСПРИ.....	52
8. Лекция 8. Технологии управления проектами в строительстве.....	56
8.1. Основные понятия управления проектами.....	58
8.2. Обзор систем управления проектами.....	61
8.3. Контрольные вопросы.....	64
Заключение.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	66

1. Лекция 1. Введение в дисциплину.

В лекции показано, что «Информационные технологии» - это новая отрасль знаний. Курс "Информационные технологии в проектировании" представлен как дисциплина, определяющая более высокий уровень в строительном проектировании. Даются основные понятия и определения, отвечающие современному уровню.

1.1. Современные Информационные технологии и системы

Человечество вступило в эру информатизации, и это проявляется в следующем:

- информация и информационные ресурсы на мировом рынке становятся важнейшим высокотехнологичным продуктом;
- фирмы, разрабатывающие автоматизированные информационные технологии, занимают ведущие позиции в мировой экономике, определяют дальнейшие направления развития конкурентоспособной продукции;
- без информатизации невозможно создание высоких технологий;
- **информационные технологии (ИТ)** открывают новые возможности в повышении эффективности производственных процессов, в сфере образования и быта, они выводят на новый уровень автоматизацию технологических процессов и управленческий труд, обеспечивают групповое ведение проектных работ, интернет-технологии, CALS-технологии, и т. д.;
- информатизация общества ведет к интернационализации производства [1,6].

Показателем научно-технической мощи страны становится внешнеторговый баланс профессиональных знаний, который реализуется рынком лицензий производственных процессов, "ноу-хау" и консультациями по применению наукоемких изделий. Например, США около 80% нововведений передают дочерним предприятиям в других странах. Пока эти предприятия осваивают предложенную технологию, в США готовят новые, т. е. реализуется опережающий технологический цикл высокоразвитой страны. К числу важнейших компонентов информационной мощи США относится глобальное лидерство в разработке, производстве и использовании информационных технологий.

Таким образом, эволюция мирового рынка дает преимущества стране, создающей у себя и передающей для производства другим странам наукоемкие изделия. Последние должны включать новые технологии и современные профессиональные знания. Идет торговля невидимым продуктом - знаниями, культурой; происходит навязывание высокоразвитыми странами стереотипа поведения.

Именно поэтому в информационном обществе стратегическим ресурсом становятся информация, знание, творчество. Предполагается, что социальное влияние информационной революции будет заключаться в синтезе западной и восточной мысли.

ИТ играют серьезную стратегическую роль в развитии каждой страны. Их значение быстро увеличивается за счет того, что ИТ:

- активизируют и повышают эффективность использования информационных ресурсов, обеспечивают экономию сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, людских ресурсов, социального времени;
- реализуют наиболее важные и интеллектуальные функции социальных процессов;
- занимают центральное место в процессе интеллектуализации общества, в развитии системы образования, культуры, новых (экранных) форм искусства, популяризации шедевров мировой культуры и истории развития человечества;
- обеспечивают информационное взаимодействие людей, способствуют распространению массовой информации;
- быстро ассимилируются культурой общества, снимают многие социальные, бытовые и производственные проблемы, расширяют внутренние и международные экономические и культурные связи, влияют на миграцию населения по планете;— оптимизируют и автоматизируют информационные процессы в период становления информационного общества;
- играют ключевую роль в процессах получения, накопления, распространения новых знаний по трем направлениям.

Основные направления развития.

Первое из них — информационное моделирование, позволяющее проводить "вычислительный эксперимент" даже в условиях, которые невозможны при натуральном эксперименте из-за опасности, сложности и дороговизны.

Второе направление основано на методах искусственного интеллекта, оно позволяет находить решения плохо формализуемых задач, задач с неполной информацией и нечеткими исходными данными по аналогии с созданием мета процедур, используемых человеческим мозгом.

Третье направление базируется на методах когнитивной графики, т.е. совокупности приемов и методов образного представления условий задачи, которые позволяют сразу увидеть решение либо получить подсказку для его нахождения. Оно открывает возможности познания человеком самого себя, принципов функционирования своего сознания. Кроме того, в этом случае становится возможным реализовать методы информационного моделирования глобальных процессов, что обеспечивает возможность прогнозирования многих

природных ситуаций в регионах повышенной социальной и политической напряженности, экологических катастроф, крупных техногенных аварий.

1.2. Основные определения

Ежегодно терминология в области ИТ пополняется новыми понятиями, аббревиатурами и т. п., поэтому в настоящем разделе приводятся лишь определения самого общего характера.

Сам термин **информация** происходит от латинского слова *information* — "разъяснение, осведомление, изложение". Понятие "информация" достаточно широко используется в обычной жизни современного человека, поэтому каждый имеет интуитивное представление о том, что это такое.

Но когда наука начинает применять общеизвестные понятия, она уточняет их, ограничивает использование термина строгими рамками его применения в конкретной научной области.

Значение информации в жизни общества стремительно растет, меняются методы работы с информацией, расширяются сферы применения новых информационных технологий. Сложность явления информации, его многоплановость, широта сферы применения и быстрое развитие отражаются в постоянном появлении новых толкований понятий информации и информационных технологий. Поэтому имеются разные определения понятия информации, от наиболее общего, философского — "Информация есть отражение реального мира", — до узкого, практического — "Информация есть все сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования". Приведем для сопоставления также некоторые другие определения и характеристики [9]:

- Информация является одной из фундаментальных сущностей окружающего нас мира (акад. Г. Пospelов).
- Информация — сведения, передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-нибудь другим способом (БСЭ).
- Информация является одним из основных универсальных свойств материи [1].

Под информацией необходимо понимать **не сами предметы и процессы**, а их отражение или отображение в виде чисел, формул, описаний, чертежей, символов, образов. Сама по себе информация может быть отнесена к области абстрактных категорий, подобных, например, математическим формулам, однако работа с ней всегда связана с использованием *каких-нибудь материалов и затратами энергии*.

Для ее записи, хранения, обработки и распространения нужны материалы (камень, бумага, холст, магнитная лента, электронные носители данных). Кроме того, нужна энергия — например, для того, чтобы приводить в действие печатающие машины, создавать искусственный климат для хранения шедевров изобразительного искусства, питать электричеством электронные схемы калькулятора, поддерживать работу передатчиков на радио- и телевизионных станциях.

Термин **информатизация** может расшифровываться как **эффективное использование обществом информации и средств вычислительной техники** во всех сферах деятельности, как комплекс мер, направленных на обеспечение полного и своевременного использования достоверных знаний во всех общественно значимых видах человеческой деятельности.

Основная цель информатизации — обеспечение решения актуальных проблем общества, удовлетворение спроса на информационные продукты и услуги [1,2].

1.3. Что такое **ТЕХНОЛОГИЯ**?

Термин технология произошел от греческого *teche* + *logos*, т.е. "мастерство + учение". В производственном процессе под технологией понимают систему взаимосвязанных способов обработки материалов и приемов изготовления продукции. В общем случае технология — это правила действия с использованием каких-либо средств, которые являются общими для целой совокупности задач или задачных ситуаций. Если реализация технологии направлена на выработку управляющих воздействий, то это **технология управления**.

В узком смысле **технология** — это набор способов, средств выбора и осуществления управляющего процесса из множества возможных реализаций этого процесса. Под **процессом** (*processes* (лат.) — продвижение) здесь понимается функционально законченная, планируемая последовательность типовых операций со структурами данных, совершаемых за конечный промежуток времени в определенной среде, свойства которой диктуются требованиями и свойствами динамики процесса [1, 5]. В свою очередь, процесс может быть применен и к информации с целью ее преобразования.

В последнее время широкое распространение получили термины *бесбумажная технология*, *интерактивная технология*, *технология программирования*, *технология проектирования баз данных*, *CALS* (Continuous Acquisition and Lifecycle Support)-технология, сетевая технология, Internet-технология, технология анализа и реинжиниринга бизнес-процессов и др. Все они предполагают использование **информации**, т.е. любого вида сведений о предметах, фактах, понятиях предметной области [1,6].

Современная технология должна отвечать следующим требованиям [9]:

- высокая степень расчлененности процесса на стадии (фазы);
- системная полнота (целостность) процесса, который включает все элементы, обеспечивающие необходимую завершенность действий в достижении поставленной цели;
- регулярность процесса и однозначность его фаз, позволяющие применять средние величины при характеристике этих фаз, а следовательно, их стандартизацию и унификацию.

В понятии "технология" важно выделить два аспекта. Во-первых, технология неразрывно связана с процессом, т. е. совокупностью действий, осуществляемых во времени. Во-вторых, технологический процесс протекает в

искусственных системах, созданных человеком для удовлетворения каких-либо потребностей.

В широком смысле под технологией понимают науку о законах производства материальных благ. В это понятие вкладывают три основные части:

- *идеологию, т. е. принципы производства;*
- *орудия труда, т. е. станки, машины, агрегаты;*
- *кадры, владеющие профессиональными навыками.*

Эти составляющие называют, соответственно, **информационной, инструментальной и социальной.**

Другими словами, **информационный аспект** - включает *описание принципов и методов* производства, **инструментальный** — орудия труда, с помощью которых реализуется производство, **социальный** — кадры и их организацию.

В более узком промышленном смысле технология рассматривается как последовательность **действий над предметом труда** в целях получения конечного продукта, например, технология изготовления конструкций.

Для любой технологии могут быть выделены цель, предмет и средства.

Целью технологии в промышленном производстве является повышение качества продукции, сокращение сроков ее изготовления и снижение себестоимости.

Методология любой технологии включает в себя: декомпозицию производственного процесса на отдельные взаимосвязанные и подчиненные составляющие (стадии, этапы, фазы, операции); реализацию определенной последовательности выполнения операций, этапов и стадий производственного процесса в соответствии с целью технологии; технологическую документацию, формализующую выполнение всех составляющих.

1.3. Информационные технологии

Производство информации направлено на целесообразное использование информационных ресурсов и снабжение ими всех элементов организационной структуры и реализуется путем создания информационной системы.

Информационные ресурсы **являются исходным "сырьем" для системы управления** любой организационной структурой. Конечным продуктом является принятое решение. Принятие решения в большинстве случаев осуществляется в условиях недостатка информации, поэтому степень использования информационных ресурсов во многом определяет эффективность работы организации.

В своем становлении любая отрасль, в том числе и информационная, проходила стадии от кустарного ремесленного производства к производству, основанному на высоких технологиях.

В развитии технологии выделяют два принципиально разных этапа.

Один характеризуется *непрерывным совершенствованием установившейся базисной технологии и достижением верхнего предельного*

уровня, когда дальнейшее улучшение является неоправданным из-за больших экономических вложений.

Другой этап отличается *отказом от существующей технологии и переходом к принципиально иной, развивающейся по законам первого этапа.*

Под информационными технологиями понимается вся совокупность форм, методов и средств автоматизации информационной деятельности в различных сферах.

Как наука ИТ включает методологические и методические положения, организационные установки, методы использования инструментально-технических средств и т. д., — все то, что регламентирует и поддерживает информационное производство и деятельность людей, вовлеченных в это производство. Трансформация новых научных знаний в конкретную информационную технологию — основная задача ИТ как науки.

Ввиду дискуссионности предмета обсуждения приводится несколько понятий ИТ:

- *ИТ — это совокупность научных методов и технических приемов производства информационных продуктов и услуг с применением всего многообразия средств вычислительной техники и связи;*
- *ИТ — это пограничная область, которая охватывает как вычислительную технологию, так и конкретную социальную информационную практику, рационализирующую ее за счет широкого применения вычислительной техники;*
- ***ИТ — это совокупность принципиально новых средств и методов, обеспечивающих создание, обработку, передачу, отображение и хранение информации.***

Информационные технологии обеспечивают переход от рутинных методов к промышленным методам и средствам работы с информацией в различных сферах человеческой деятельности, давая возможность рационально и эффективно ее использовать.

Понятие информационная технология возникло в последние десятилетия XX века в процессе становления информатики. Особенностью информационной технологии является то, что в ней и предметом, и продуктом труда является информация, а орудиями труда — средства вычислительной техники и связи. Информационная технология как наука о производстве информации возникла именно потому, что информация стала рассматриваться как вполне реальный производственный ресурс наряду с другими материальными ресурсами. При этом производство информации и ее верхнего уровня — знаний — оказывает решающее влияние на модификацию и создание новых промышленных технологий [9].

Информационная технология — *совокупность методов и способов получения, обработки, представления информации, направленных на изменение ее состояния, свойств, формы, содержания и осуществляемых в интересах пользователей.*

Выделяют три уровня рассмотрения информационных технологий:

- **первый уровень — теоретический.** Основная задача — создание комплекса взаимосвязанных *моделей информационных процессов*, совместимых параметрически и критериально;
- второй уровень — *исследовательский*. Основная задача — разработка методов, позволяющих автоматизировать конструирование оптимальных конкретных информационных технологий;
- третий уровень — *прикладной*, который подразделяют на две страты: инструментальную и предметную.

Инструментальная страта (аналог — оборудование, станки, инструмент) определяет пути и средства реализации информационных технологий, которые можно разделить на:

- методические;
- информационные;
- математические;
- алгоритмические;
- технические;
- программные.

Предметная страта связана со спецификой *конкретной предметной области* и находит отражение в специализированных информационных технологиях, например *организационное управление, управление технологическими процессами, автоматизированное проектирование, обучение и другие*.

Конкретная информационная технология обладает комплексным составом компонентов, поэтому целесообразно определить ее структуру и состав.

Конкретная информационная технология определяется в результате сочетания (компиляции и синтеза) **базовых технологических операций**, специализированных технологий и средств реализации.

Технологический процесс — часть информационного процесса, содержащая действия (физические, механические и т. д.) по изменению состояния информации.

Информационная технология базируется на реализации информационных процессов, разнообразие которых требует выделения базовых, характерных для любой информационной технологии.

Базовый технологический процесс основан на применении стандартных моделей и инструментальных средств. Он может быть использован в качестве составной части информационной технологии. К их числу можно отнести: операции извлечения, транспортировки, хранения, обработки и представления информации.

Специфика конкретной предметной области (например, строительство) - находит отражение в специализированных информационных технологиях, например, организационное управление, управление технологическими процессами, **автоматизированное проектирование** и другие.

Аналогом инструментальной базы (оборудование, станки, инструмент) являются *средства реализации информационных технологий*.

Последние можно разделить на *методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные*:

- **Методические средства** определяют требования при разработке, внедрении и эксплуатации информационных технологий, обеспечивая информационную, программную и техническую совместимость. Наиболее важными из них являются требования по стандартизации.
- **Информационные средства** обеспечивают эффективное представление предметной области; к их числу относятся информационные модели, системы классификации и кодирования информации и т. д.
- **Математические средства** включают в себя модели решения функциональных задач и модели организации информационных процессов, обеспечивающие эффективное принятие решения. Математические средства автоматически переходят в алгоритмические, обеспечивающие их реализацию.
- **Технические и программные средства** задают уровень реализации информационных технологий как при их создании, так и при реализации.

CASE-технология (Computer Aided Software Engineering — Компьютерное Автоматизированное Проектирование Программного обеспечения) является своеобразной "технологической оснасткой", позволяющей осуществить автоматизированное проектирование информационных технологий.

Интеграция достижений человечества в области средств связи, обработки, накопления и отображения информации способствовала формированию *автоматизированных информационных технологий (АИТ)*.

Автоматизированные информационные технологии ориентированы на увеличение степени автоматизации всех информационных операций и, следовательно, на ускорение научно-технического прогресса общества.

Таким образом, конкретная информационная технология определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, "отраслевых технологий" и средств реализации.

1.4. Информационные системы в проектировании

Необходимость внедрения ИТ для развития строительства объясняется требованиями к сокращению сроков проектирования и подготовки производства для выпуска новых и модернизируемых изделий, затрат на проектирование и производство, стоимости долговременного послепродажного обслуживания [8].

Кроме того, ИТ необходимы для перестройки **(реинжиниринга)** предприятий в соответствии с современными требованиями повышения качества и конкурентоспособности изделий, восстановления старых рынков сбыта и выхода на новые рынки *с целью достижения коренных улучшений актуальных показателей их деятельности: стоимости, качества, услуг и темпов* [14].

Одновременно с широким использованием новых информационных технологий появилось понятие "информационная система" (ИС).

Информационная система осуществляет сбор, передачу и переработку информации об объекте или процессе, снабжает работников различного уровня информацией для реализации функции управления [6]. Внедрение информационных систем повышает эффективность производственно-хозяйственной деятельности предприятия за счет не только обработки и хранения информации, автоматизации рутинных работ, *но и принципиально новых методов управления.*

Последние основаны на моделировании действий специалистов при принятии решений (методы искусственного интеллекта, экспертные системы и т. п.), использовании современных средств телекоммуникации (электронная почта, телеконференции), глобальных и локальных вычислительных сетей и т. д. [9,12].

В строительстве ИС автоматизированного проектирования (САПР) применяют для:

- разработки новых изделий и технологий их производства;
- различных инженерных расчетов;
- создания графической документации (чертежей, схем, графиков и т. д.);
- моделирования проектируемых объектов.

САПР, автоматизирующая деятельность проектировщиков, *в идеальном случае* позволяет сократить сроки проектирования в 2-2,5 раза, а следовательно, *опять-таки в идеальном случае*, при неизменных затратах на производство за рассматриваемый период можно удвоить показатели по производимой продукции. То есть вместо одного проекта разработать два.

Помимо прямых проектных задач существует целый спектр других процессов, тоже требующих решения: *информационно-справочная поддержка проектировщика, структурирование и контроль выпуска проектно-сметной документации, структурирование и контроль самого процесса проектирования.*

В разных институтах эти процессы поглощают от 40 до 60% времени, требующегося на выполнение проекта.

Поэтому комплексная автоматизация наряду с САПР предусматривает другие подсистемы, автоматизирующие производственную деятельность проектной организации.

ИС управления технологическими процессами создают для автоматизации различных технологических процессов.

Грамотное использование *ИТ и ИС* позволяет извлекать максимум пользы из всей имеющейся на предприятии информации и благодаря этому **делать более точные прогнозы, избегать возможных ошибок при принятии управленческих и проектных решений в условиях неопределенности и риска.** Жесткая конкурентная борьба делает предприятия крайне чувствительными к малейшим просчетам в управлении, преимущества имеют предприятия, использующие современные информационные технологии.

Наряду с очевидными благами неквалифицированный подход к использованию ИТ таит в себе определенные опасности. К ним можно отнести следующие:

- меньше времени уделяется изучению непосредственно применяемых математических методов, физическому смыслу моделируемых явлений и другим теоретическим аспектам;
- повышается опасность разглашения конфиденциальной информации, появляются новые виды преступлений;
- облегчается реклама некачественной продукции;
- возможны значительные материальные издержки при неудачном проекте и др.

Например, в 2009 году ошибки в программном обеспечении принесли убыток мировой экономике на сумму 175 млрд долларов. Риски внедрения крупных программных систем в настоящее время достигают 70% [10].

Контрольные вопросы и упражнения

1. *Что характеризует эру информатизации?*
2. *Дайте определение понятия "информация". В чем состоят ее особенности?*
3. *Раскройте понятие "технология" и ее аспекты.*
4. *Что явилось причиной возникновения понятия "информационные технологии"?*
5. *Какие достижения человечества обусловили появление автоматизированных информационных технологий?*
6. *Что такое информационная система*
7. *Каковы цель, методы и средства автоматизированной информационной технологии?*
8. *Что дает внедрение ИТ для предприятий строительного проектирования?*

2. Лекция 2 Современные информационные системы управления, производства и проектирования

В лекции приводятся основные определения, назначение и принципы информационных систем. Рассматриваются их структура и разновидности.

Информационная поддержка этапа производства продукции осуществляется автоматизированными системами управления предприятием (АСУП) и автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП).

К АСУП относятся системы планирования и управления предприятием ERP (Enterprise Resource Planning), планирования производства и требований к материалам MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning) и упомянутые выше системы SCM.

Наиболее развитые системы **ERP** выполняют различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т.п..

Системы **MRP-2** ориентированы, главным образом, на бизнес-функции, непосредственно связанные с производством. В некоторых случаях системы **SCM** и **MRP-2** входят как подсистемы в **ERP**, в последнее время их чаще рассматривают как самостоятельные системы.

Промежуточное положение между АСУП и АСУТП занимает производственная исполнительная система **MES** (Manufacturing Execution Systems), предназначенная для решения оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом.

В состав АСУТП входит система **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition), выполняющая диспетчерские функции (сбор и обработка данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и помогающая разрабатывать ПО для встроенного оборудования. Для непосредственного программного управления технологическим оборудованием используют системы **CNC** (Computer Numerical Control) на базе контроллеров (специализированных компьютеров, называемых промышленными), которые встроены в технологическое оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ). Системы **CNC** называют также встроенными компьютерными системами.

На этапе реализации продукции выполняются функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводится анализ рыночной ситуации, определяются перспективы спроса на планируемые изделия. Эти функции возложены на систему **CRM**.

Функции обучения обслуживающего персонала выполняют интерактивные электронные технические руководства **IETM** (Interactive Electronic Technical Manuals). С их помощью выполняются диагностические операции, поиск отказавших компонентов, заказ дополнительных запасных деталей и некоторые другие операции на этапе эксплуатации систем.

Управление данными в едином информационном пространстве на протяжении всех этапов жизненного цикла изделий возлагается на систему управления жизненным циклом продукции **PLM** (Product Lifecycle Management). Характерная особенность **PLM** — обеспечение взаимодействия различных автоматизированных систем многих предприятий, т.е. технологии **PLM** (включая технологии **CPC**) являются основой, интегрирующей информационное пространство, в котором функционируют **САПР, ERP, PDM, SCM, CRM** и другие автоматизированные системы многих предприятий.

CALS-технологии определяют как технологии комплексной компьютеризации сфер производства, цель которых — унификация и стандартизация спецификаций промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла. Основные спецификации представлены проектной, технологической, производственной, маркетинговой, эксплуатационной документацией. В **CALS**-системах предусмотрены хранение, обработка и

передача информации в компьютерных средах, оперативный доступ к данным в нужное время и в нужном месте с возможностью их правильной интерпретации.

Главная задача создания и внедрения **CALS**-технологий — обеспечение единообразного описания и интерпретации данных, независимо от места и времени их получения в общей системе, имеющей масштабы вплоть до глобальных. **Структура проектной, технологической и эксплуатационной документации, языки ее представления должны быть стандартизованными.**

Тогда становится реальной успешная работа над общим проектом разных коллективов, разделенных во времени и пространстве и использующих разные CAE/CAD/CAM-системы. Одна и та же конструкторская документация может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же технологическая документация адаптирована к разным производственным условиям, что позволяет существенно сократить и удешевить общий цикл проектирования и производства. Кроме того, упрощается эксплуатация систем.

В русском языке понятию **CALS** соответствуют **ИПИ** (Информационная Поддержка Изделий).

CALS-технологии призваны служить средством, интегрирующим промышленные автоматизированные системы в единую многофункциональную систему. Целью интеграции автоматизированных систем проектирования и управления является повышение эффективности создания и использования сложной техники.

ИС автоматизированного проектирования (САПР) - предназначены для автоматизации функций инженеров-проектировщиков, конструкторов, архитекторов, дизайнеров при создании новой техники или технологии. Основными функциями подобных систем являются: инженерные расчеты, создание графической документации (чертежей, схем, планов), создание проектной документации, моделирование проектируемых объектов.

В САПР различных отраслей промышленности принято выделять системы **функционального, конструкторского и технологического проектирования.**

Первые из них называют **системами расчетов и инженерного анализа** или *системами CAE* (Computer Aided Engineering).

Системы конструкторского проектирования называют системами **CAD** (Computer Aided Design). Проектирование технологических процессов выполняется в автоматизированных системах технологической подготовки производства (*АСТПП*), входящих как составная часть в *системы CAM* (Computer Aided Manufacturing).

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения, координации работы систем CAE/CAD/CAM, *управления проектными данными и проектированием* разрабатываются системы, получившие название **систем управления проектными данными PDM** (Product Data Management). Системы **PDM** либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать

совместно с разными САПР.

На большинстве этапов жизненного цикла, начиная с определения предприятий -поставщиков исходных материалов и компонентов и кончая реализацией продукции, требуются услуги системы *управления цепочками поставок* — *Supply Chain Management (SCM)*.

Цепь поставок обычно определяют как совокупность стадий увеличения добавленной стоимости продукции при ее движении от компаний-поставщиков к компаниям-потребителям. Управление цепью поставок подразумевает продвижение материального потока с минимальными издержками. При планировании производства система SCM управляет стратегией позиционирования продукции. Если время производственного цикла меньше времени ожидания заказчика на получение готовой продукции, то можно применять стратегию "изготовление на заказ". Иначе приходится использовать стратегию "изготовление на склад". При этом во время производственного цикла должно входить время на размещение и исполнение заказов на необходимые материалы и комплектующие на предприятиях-поставщиках.

В последнее время усилия многих компаний, производящих программно-аппаратные средства автоматизированных систем, направлены на создание систем электронного бизнеса (E - commerce). Задачи, решаемые системами E - commerce, сводятся не только к организации на сайтах Internet витрин товаров и услуг. Они объединяют в едином информационном пространстве запросы заказчиков и данные о возможностях множества организаций, специализирующихся на предоставлении различных услуг и выполнении тех или иных процедур и операций по проектированию, изготовлению, поставкам заказанных изделий.

Проектирование непосредственно под заказ позволяет добиться наилучших параметров создаваемой продукции, а оптимальный выбор исполнителей и цепочек поставок ведет к минимизации времени и стоимости выполнения заказа. Координация работы многих предприятий-партнеров с использованием технологий Intrenet возлагается на системы *E - commerce*, называемые *системами управления данными в интегрированном информационном пространстве - CPC (Collaborative Product Commerce)*.

На этапах жизненного цикла в строительстве широко применяются следующие ИТ [9]:

- **"Электронные" САПР** – обеспечивающие моделирование, комплексное описание компонентов проектируемых устройств и т. д. Здесь выделяют "легкие" (с меньшим числом функций и более дешевые), "средние" и "тяжелые" САПР (с расширенными возможностями и более дорогие).
- **специализированные информационные технологии и системы**, например, **CASE** (Computer-Aided Software / System Engineering)-технологии, **SCADA** (Supervisor Control And Date Acquisition) системы, системы моделирования и анализа изделий и т.д.
- **технологии класса MRPII** (Manufacturing Resource Planning) и **ERP** (Enterprise Resource Planning), обеспечивающие решение широкого

спектра задач планирования ресурсов и управления деятельностью предприятий.

- В последние годы, характеризующиеся ожесточением конкуренции, интенсивно развиваются CRM (Customer Relationship Management) системы как набор приложений или в виде надстройки над ERP.

В CRM-системах акцент делается на взаимоотношения "компания — клиент" и, прежде всего, удержание старых клиентов за счет учета их индивидуальных потребностей и особенностей.

Основными разработчиками ERP-систем являются фирмы Oracle, Microsoft, SAP, BAAN, People Soft и многие другие. К ведущим компаниям СНГ на рынке ERP-систем относятся "Парус", "Галактика", "АйТи", "Цефей" [9].

Основные типы АС с их привязкой к тем или иным этапам жизненного цикла изделий указаны на рис. 2.1. и 2.2.

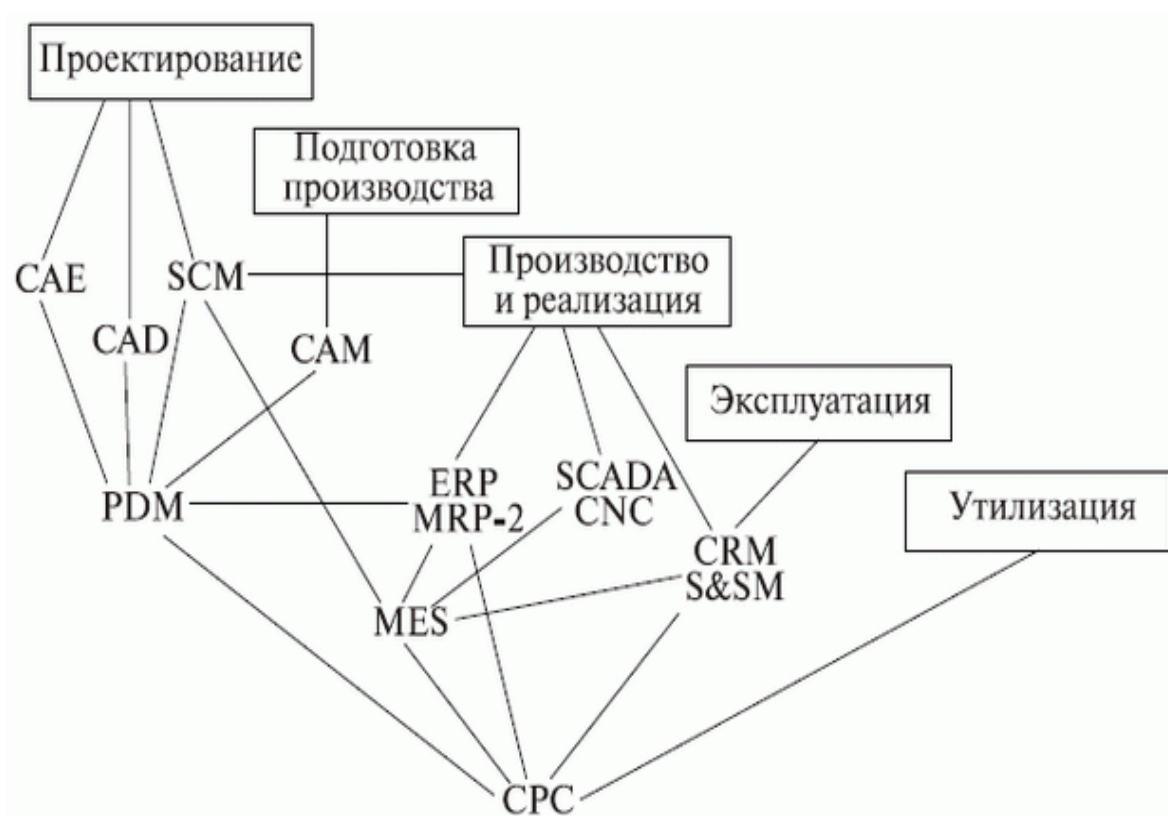


Рис. 2.1 — Этапы жизненного цикла изделий и используемые виды АС.

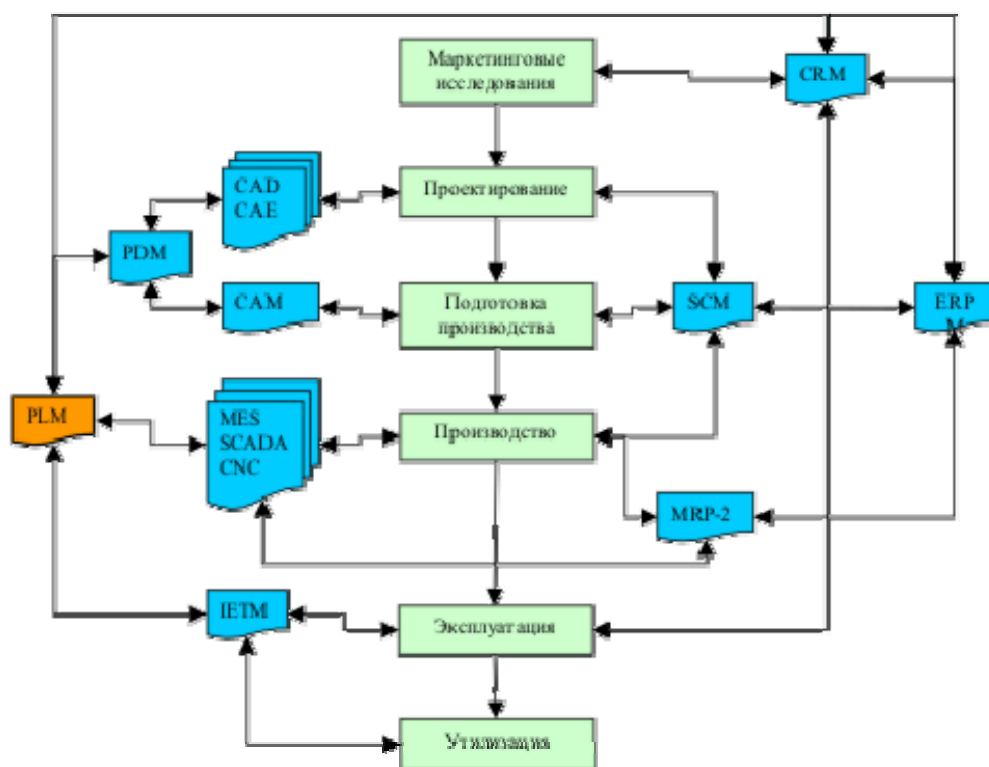


Рис. 2.2 — Структура и взаимосвязь используемых АС.

Приведем основные определения CAD/CAE/CAM/PDM/PLM систем.

CAD (*Computer Aided Design*) - система автоматизированного проектирования (**САПР**) — программный пакет, предназначенный для создания чертежей, конструкторской и/или технологической документации и/или 3D моделей. Современные системы автоматизированного проектирования обычно используются совместно с системами автоматизации инженерных расчётов и анализа **CAE** (*Computer-aided engineering*). Данные из CAD-систем передаются в **CAM** (*Computer-aided manufacturing*) — система автоматизированной разработки программ обработки деталей для станков с ЧПУ или ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем).

Обычно охватывает создание геометрических моделей изделия (твердотельных, трехмерных, составных), а также генерацию чертежей изделия и их сопровождение. Следует отметить, что русский термин «САПР» по отношению к промышленным системам имеет более широкое толкование, чем «CAD» — он включает в себя CAD, CAM и CAE.

CAE (*Computer-aided engineering*) — общее название для программ или программных пакетов, предназначенных для инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов. Расчётная часть пакетов чаще всего основана на численных методах решения дифференциальных уравнений, таких как: метод конечных элементов, метод конечных объёмов, метод конечных разностей и др. Позволяют при помощи расчетных методов оценить, как поведет себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации. Помогают убедиться в работоспособности изделия, без привлечения больших затрат времени и средств.

Современные системы автоматизации инженерных расчётов (CAE) применяются совместно с CAD-системами (зачастую интегрируются в них, в этом случае получаются гибридные CAD/CAE-системы).

CAM (*Computer-aided manufacturing*) — подготовка технологического процесса производства изделий, ориентированная на использование ЭВМ. Под термином понимаются как сам процесс компьютеризированной подготовки производства, так и программно-вычислительные комплексы, используемые инженерами-технологами.

Русским аналогом термина является АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства. Фактически же технологическая подготовка сводится к автоматизации программирования оборудования с ЧПУ (2- осевые лазерные станки), (3- и 5-осевые фрезерные станки с ЧПУ; токарные станки, обрабатывающие центры; автоматы продольного точения и токарно-фрезерной обработки; ювелирная и объемная гравировка).

Следует отметить, что как правило, большинство программно-вычислительных комплексов совмещают в себе решение задач CAD/CAM, CAE/CAM, CAD/CAE/CAM.

PDM (*Product Data Management*) — система управления данными об изделии — организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолёты и ракеты, компьютерные сети и др.). PDM-системы являются неотъемлемой частью PLM-систем.

В PDM-системах обобщены такие технологии, как:

- управление инженерными данными (*engineering data management* — EDM);
- управление документами;
- управление информацией об изделии (*product information management* — PIM);
- управление техническими данными (*technical data management* — TDM);
- управление технической информацией (*technical information management* — TIM)
- управление изображениями и манипулирование информацией, всесторонне определяющей конкретное изделие.

Базовые функциональные возможности **PDM**-систем охватывают следующие основные направления:

- управление хранением данных и документами;
- управление потоками работ и процессами;
- управление структурой продукта;
- автоматизация генерации выборок и отчетов;
- механизм авторизации.

С помощью PDM-систем осуществляется отслеживание больших массивов данных и инженерно-технической информации, необходимых на этапах проектирования, производства или строительства, а также поддержка

эксплуатации, сопровождения и утилизации технических изделий. Такие данные, относящиеся к одному изделию и организованные PDM-системой, называются цифровым макетом. PDM-системы интегрируют информацию любых форматов и типов, предоставляя её пользователям уже в структурированном виде (при этом структуризация привязана к особенностям современного промышленного производства). PDM-системы работают не только с текстовыми документами, но и с геометрическими моделями и данными, необходимыми для функционирования автоматических линий, станков с ЧПУ и др, причём доступ к таким данным осуществляется непосредственно из PDM-системы.

С помощью PDM-систем можно создавать отчеты о конфигурации выпускаемых систем, маршрутах прохождения изделий, частях или деталях, а также составлять списки материалов. Все эти документы при необходимости могут отображаться на экране монитора производственной или конструкторской системы из одной и той же БД. Одной из целей PDM-систем и является обеспечение возможности групповой работы над проектом, то есть, просмотра в реальном времени и совместного использования фрагментов общих информационных ресурсов предприятия.

PLM (*Product Lifecycle Management*) — технология управления жизненным циклом изделий. Организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолёты и ракеты, компьютерные сети и др.). Информация об объекте, содержащаяся в PLM-системе, является цифровым макетом этого объекта.

По сути, **PLM** - является практически синонимом **CALS**.

Контрольные вопросы:

- 1. Назовите основные типы ИС и виды их обеспечения.*
- 2. Какие причины привели к появлению и развитию CALS-технологий?*
- 3. Что понимают под комплексной АС?*
- 4. Дайте характеристику этапов жизненного цикла промышленной продукции.*

3. Лекция 3. Основы автоматизированного проектирования объектов строительства

В лекции объясняется сущность процесса проектирования и системного подхода к задаче автоматизированного проектирования. Излагаются задачи проектирования. Основное назначение лекции: показать сущность процесса проектирования, принципы проектирования и основной принцип проектирования - системный подход.

3.1 .Сущность процесса проектирования

Сущность процесса проектирования заключается в разработке конструкций и технологических процессов для строительства, которые должны с минимальными затратами и максимальной эффективностью выполнять предписанные им функции в требуемых условиях.

Проектирование любого технологического объекта - создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ.

Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) технического задания (ТЗ), отражающих эти потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации.

Результатом проектирования, как правило, служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения для изготовления объекта в заданных условиях. Эта документация и есть проект, точнее, окончательное описание объекта. Следовательно, проектирование - процесс, заключающийся в получении и преобразовании исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характеров.

Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является системный подход, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

Проектирование является сложным многоэтапным процессом, в котором могут принимать участие большие коллективы специалистов, целые институты и научно-производственные объединения, а также организации заказчиков, которым предстоит эксплуатировать разработанную аппаратуру.

С точки зрения содержания решаемых задач процесс проектирования разбивают на следующие этапы:

- системотехническое проектирование, при котором выбираются и формулируются цели проектирования, обосновываются исходные данные и определяются принципы построения системы. При этом формируется структура проектируемого объекта, его составных частей, которыми

обычно являются функционально завершенные блоки, определяются энергетические и информационные связи между составными частями. В результате формируются и формулируются частные технические задания на проектирование отдельных составных частей объекта;

- функциональное проектирование, имеет целью реализацию составных частей системы (комплексов, устройств, узлов). При этом оптимизируют параметры (осуществляют структурный и параметрический синтез) с точки зрения обеспечения наилучшего функционирования и эффективного производства;
- конструирование, называемое также техническим проектированием, решает задачи компоновки схем и размещения элементов и узлов. При этом стремятся оптимизировать принимаемые решения по конструктивно-технологическим, экономическим и эксплуатационным показателям. На этом этапе проектирования разрабатывают техническую документацию, необходимую для изготовления и эксплуатации;
- технологическая подготовка производства обеспечивает разработку технологических процессов изготовления отдельных блоков и всей системы в целом. На этом этапе проектирования создается технологическая документация на основе предшествующих результатов. Каждый этап проектирования сводится к формированию описаний проектируемого изделия, относящихся к различным иерархическим уровням и аспектам его создания и работы. Этапы проектирования состоят из отдельных проектных процедур, которые заканчиваются частным проектным решением.

Типичными для проектирования процедурами являются анализ и синтез описаний различных уровней и аспектов.

Процедура анализа состоит в определении свойств заданного (или выбранного) описания. Примерами такой процедуры могут служить расчет конструкций. Анализ позволяет оценить степень удовлетворения проектного решения заданным требованиям и его пригодность.

Процедура синтеза заключается в создании проектного решения (описания) по заданным требованиям, свойствам и ограничениям. При этом в процессе синтеза может создаваться структура объекта (структурный синтез) либо могут определяться параметры элементов, обеспечивающие требуемые характеристики (параметрический синтез).

Процедуры анализа и синтеза в процессе проектирования тесно связаны между собой, поскольку обе они направлены на создание приемлемого или оптимального проектного решения.

Типичной проектной процедурой является оптимизация, которая приводит к оптимальному (по определенному критерию) проектному решению.

Процедура оптимизации состоит в многократном анализе при целевом изменении параметров схемы до удовлетворительного приближения к заданным характеристикам. Оптимизация обеспечивает создание (синтез) проектного решения, но включает поэтапную оценку характеристик (анализ).

Проектные процедуры состоят из отдельных проектных операций. Например, в процессе анализа математических моделей приходится решать дифференциальные и алгебраические уравнения, осуществлять операции с матрицами. Такие операции могут иметь обособленный характер, но в целом они образуют единую проектную процедуру.

Проектные процедуры и операции выполняются в определенной последовательности, называемой маршрутом проектирования.

Маршруты проектирования могут начинаться с нижних иерархических уровней описаний (восходящее проектирование) либо с верхних (нисходящее проектирование).

Между всеми этапами проектирования существует глубокая взаимосвязь. Так, определение окончательной конструкции и разработка всей технической документации часто не могут быть выполнены до окончания разработки технологии. В процессе конструирования и разработки технологии может потребоваться коррекция принципиальных схем, структуры системы и даже исходных данных. Поэтому процесс проектирования является не только многоэтапным, но и многократно корректируемым по мере его выполнения, т. е. проектирование носит итерационный характер.

В процессе проектирования необходимо не просто создать объект, который будет обеспечивать заданное функционирование, но и оптимизировать ее по широкому спектру функциональных, конструкторско-технологических, эксплуатационных и экономических показателей. На отдельных этапах для отдельных частных задач оптимизацию можно осуществить на основе разработанных формальных математических методов. Часто на этапе проектирования трудно было предвидеть некоторые требования, вытекающие из условий эксплуатации.

Развитие проектирования базируется на системном подходе и совершенствовании процессов проектирования с применением математических методов и средств вычислительной техники, комплексной автоматизации трудоемких и рутинных проектных работ, замены макетирования и натурального моделирования математическим моделированием, использованием эффективных методов многовариантного проектирования и оптимизации, а также повышением качества управления проектированием.

3.2 Методология системного подхода и анализа к проблеме проектирования сложных систем

Системный подход позволяет найти оптимальное, в широком смысле, решение задачи проектирования за счет всестороннего, целостного рассмотрения как проектируемого изделия, так и самого процесса проектирования, и способен привести к подлинно творческим новаторским решениям, включая крупные изобретения и научные открытия.

Главным средством автоматизации проектирования являются ЭВМ и управляемые ими другие технические средства, которые создают необходимую основу для полной реализации потенциальных возможностей системного подхода.

Системный подход получает все большее распространение при проектировании и управлении. Сущность системного подхода состоит в том, что объект проектирования или управления рассматривается как система, т.е. как единство взаимосвязанных элементов, которые образуют единое целое и действуют в интересах реализации единой цели. Системный подход требует рассматривать каждый элемент системы во взаимосвязи и взаимозависимости с другими элементами, вскрывать закономерности, присущие данной конкретной системе, выявлять оптимальный режим ее функционирования. Системный подход проявляется, прежде всего, в попытке создать целостную картину исследуемого или управляемого объекта. Исследование или описание отдельных элементов при этом не является самодовлеющим, а производится с учетом роли и места элемента во всей системе.

Методическим средством реализации системного подхода к исследованию, проектированию или управлению сложным процессом служит системный анализ, под которым понимается совокупность приемов и методов исследования объектов (процессов) посредством представления их в виде систем и их последующего анализа.

Системными объектами являются параметры изучаемой системы: вход, процесс, выход, цель, обратная связь и ограничения. Под действием системных объектов понимается качество параметров объектов. Свойства позволяют количественно описывать объекты, выражая их в присущих им единицах, обладающих определенной размерностью.

Если элементы накладывают взаимные ограничения на поведение друг друга, это свидетельствует о том, что между ними существует связь. Наличие связи между элементами и их свойствами является условием наличия системы.

Системный анализ предполагает системный подход и к изучению связей между элементами, между подсистемами и системой.

Процесс функционирования сложной системы происходит на многих уровнях. Система расчленяется на подсистемы, которые представляют собой компоненты, необходимые для существования и действия системы.

Центральный этап методологии системного анализа - определение целей. Для проектировщиков важно четко представлять себе, что требуется от будущей системы управления, какие результаты желательны. Следовательно, необходимо иметь определенный набор требований к системе, т.е. четко сформулированную цель проектирования. Уже на самых первых фазах уяснения задачи необходимо иметь представление о тех целях, которые предполагается достичь в результате проектирования технологического процесса, в результате управления им.

Формулирование целей создает возможность выбора связанных с ними критериев. В системном анализе под критерием понимается правило, по которому проводится отбор тех или иных средств достижения цели. Критерий в общем случае дополняет понятие цели и помогает определить эффективный способ ее достижения. В том случае, когда между целью и средствами ее достижения имеется четкая однозначная связь, критерий может быть задан в виде аналитического выражения. Эта ситуация типична, например, для

"простых" систем проектирования или управления, когда критерий, заданный в виде функционала, позволяет найти управляющие воздействия, обеспечивающие заданную цель. Поэтому в таких ситуациях понятия цели и критерия не различают. В сложных системах с высокой степенью неопределенности, когда цели носят качественный характер и получить аналитическое выражение не представляется возможным, следует отличать цели от критериев, характеризуя средства достижения цели.

Критерий должен отвечать ряду требований. Он должен, во-первых, формулировать основную, а не второстепенную цель функционирования управляемой системы, во-вторых, отражать все существенные стороны деятельности системы, т. е. быть достаточно представительным. В-третьих, критерий должен быть чувствительным к существенным изменениям, возникающим в процессе функционирования управляемой системы.

Для проектирования и управления всегда желательно иметь единственный критерий оптимальности, что облегчает принятие решений и позволяет решить задачу оптимизации математически.

Системный подход требует прослеживания как можно большего числа связей - не только внутренних, но и внешних, - чтобы не упустить действительно существенные связи и факторы и оценить их влияние на систему.

При разработке систем управления производственными процессами в связи с применением ЭВМ неизбежно приходится рассматривать, прежде всего, такие вопросы, как совершенствование структуры управления, методы подготовки и принятия решений и, соответственно, формирование целей и критериев, используемых в процессе проектирования.

Существенное место в понятии системы занимает принцип целостности, согласно которому взаимосвязь и взаимодействие объектов порождает новые, системные свойства объекта, не присущие отдельным его элементам.

С точки зрения системного подхода к автоматизации проектирования процесс проектирования представляет собой многослойную иерархическую процедуру с оптимизацией решений в каждом слое.

Принцип иерархичности в проектировании и управлении, а также принцип целостности обуславливают необходимость построения системы критериев, когда частные критерии, предназначенные для решения задач низшего звена управления (подсистемы), логически совпадают с критериями, применяемыми на более высоком иерархическом уровне.

В процессе проектирования и управления сопоставляются выходные величины, т.е. результат функционирования системы, с критерием. Следовательно, критерий в управляемой системе - это признак, по которому выбирается наиболее эффективный способ достижения цели. Он является той величиной, которую нужно максимизировать или минимизировать при управлении системой в соответствии с целью ее деятельности.

Таким образом, система - это достаточно сложный объект, который можно расчленить на составляющие элементы или подсистемы. Элементы информационно связаны друг с другом и с окружающей объект средой.

Совокупность связей образует структуру системы. Система имеет алгоритм функционирования, направленный на достижение определенной цели.

3.3. Системный подход к задаче автоматизированного проектирования

Системный подход к задачам автоматизированного проектирования требует реализации совместного проектирования объекта или процесса (САПР) и автоматизированной системы управления этим процессом (АСУТП).

В связи с этим в последние годы речь идет уже не о решении отдельных задач, а о совместном проектировании этих двух процессов.

Традиционное раздельное рассмотрение задач проектирования и производства изделий уже не удовлетворяет потребностям сегодняшнего дня, т. к. не может гарантировать ни высокого качества проектирования, ни надлежащего уровня организации производственных процессов, обеспечивающих их реализацию.

Однако именно в процессе проектирования порождается существенная часть информации, используемой для организации производства. Появилось новое понятие: автоматизированный технологический комплекс (АТК).

Совместно функционирующие САПР и управляющая ими АСУТП составляют автоматизированный технологический комплекс (АТК).

3.4. Этапы проектирования сложных систем

Рассмотрим основные этапы проектирования с позиций технологии обработки информации.

Традиционно проектирование сложных технических систем подразделяют на следующие этапы или стадии разработки (рис. 3.1):

- техническое задание на проектируемый объект;
- научно-исследовательская работа ;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочий проект;
- технология изготовления и испытания спроектированного объекта (опытного образца или партии), внесения коррекции (при необходимости).



Рис. 3.1 — Этапы проектирования сложных систем.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия "проектирование".
2. Что является предметом изучения в теории систем?
3. Назовите признаки, присущие сложной системе.
4. Приведите примеры иерархической структуры технических объектов, их внутренних, внешних и выходных параметров.
5. Почему проектирование обычно имеет итерационный характер?
6. Назовите основные стадии проектирования технических систем?
7. В чем сущность системного подхода к автоматизированному проектированию?
8. Что представляет собой АТК?
9. Как расшифровывается АСУТП?
10. В чем сущность блочно - иерархического подхода к проектированию?
11. Какие принципы требуется учитывать при проектировании АТК?
12. Какие пункты включает в себя задание на проектирование?
13. Опишите стадии разработки сложных технических систем.
14. Что называется внешним проектированием?
15. Что называется внутренним проектированием?

4. Лекция 4. Системы автоматизированного проектирования

В лекции приводятся основные определения, назначение и принципы систем автоматизированного проектирования (САПР). Даются сущность и схема функционирования САПР. Показано место САПР среди других автоматизированных систем. Рассматриваются структура и разновидности САПР. Методология их создания и выбора.

4.1 Структура САПР

Как и любая сложная система, САПР состоит из подсистем. Различают подсистемы проектирующие и обслуживающие.

Проектирующие подсистемы непосредственно выполняют проектные процедуры. Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования объектов, изготовления конструкторской документации, схмотехнического анализа.

Обслуживающие подсистемы обеспечивают функционирование проектирующих подсистем, их совокупность часто называют системной средой (или оболочкой) САПР. Типичными обслуживающими подсистемами являются:

- подсистемы управления проектными данными,
- **подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения CASE (Computer Aided Software Engineering),**
- обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР.

Структурирование САПР по различным аспектам обуславливает появление **видов обеспечения САПР**. Принято выделять семь видов обеспечения:

- *техническое обеспечение (ТО)*, включающее различные аппаратные средства (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое коммутационное оборудование, линии связи, измерительные средства);
- *математическое обеспечение (МО)*, объединяющее математические методы, модели и алгоритмы для выполнения проектирования;
- *программное обеспечение (ПО)*, представляемое компьютерными программами для САПР;
- *информационное обеспечение (ИО)*, состоящее из баз данных (БД), систем управления базами данных (СУБД), а также включающее другие данные, используемые при проектировании;
- *лингвистическое обеспечение (ЛО)*, выражаемое языками общения между проектировщиками и ЭВМ, языками программирования и языками обмена данными между техническими средствами САПР;
- *методическое обеспечение (МетО)*, включающее различные методики проектирования; иногда к МетО относят также математическое обеспечение;
- *организационное обеспечение (ОО)*, представляемое штатными

расписаниями, должностными инструкциями и другими документами, регламентирующими работу проектного предприятия.

Отметим, что вся совокупность используемых при проектировании данных называется информационным фондом САПР. Базой данных (БД) называют упорядоченную совокупность данных, отображающих свойства объектов и их взаимосвязи в некоторой предметной области. Доступ к БД для чтения, записи и модификации данных осуществляется с помощью СУБД, а совокупность БД и СУБД называют банком данных (БнД).

Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков, например, по приложению, целевому назначению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы — ядра САПР.

4.2 Типы САПР в области архитектуры и строительства.

По целевому назначению различают САПР или подсистемы САПР, обеспечивающие разные аспекты (страты) проектирования. Так, в составе САПР появляются САЕ/CAD/CAM системы.

По масштабам различают отдельные *программно-методические комплексы* (ПМК) САПР, например, комплекс анализа прочности изделий в соответствии с **методом конечных элементов** (МКЭ); системы с уникальными архитектурами не только программного (software), но и технического (hardware) обеспечений.

По характеру базовой подсистемы различают следующие разновидности САПР:

1. САПР на базе подсистемы **машинной графики и геометрического моделирования**. Эти САПР ориентированы на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование, т.е. **определение пространственных форм и взаимного расположения объектов**. Поэтому к этой группе систем относится большинство САПР в области проектирования, построенных на базе графических ядер.
2. *САПР на базе СУБД*. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Такие САПР преимущественно встречаются в технико-экономических приложениях, например, при проектировании бизнес-планов, но имеют место также при проектировании объектов, подобных щитам управления в системах автоматики.
3. *САПР на базе конкретного прикладного пакета*. Фактически это автономно используемые программно-методические комплексы, например, имитационного моделирования производственных процессов, расчета прочности по методу конечных элементов, синтеза и анализа систем автоматического управления и т.п. Часто такие САПР относят к системам САЕ. Примерами могут служить математические пакеты типа **MathCAD**.
4. Комплексные (интегрированные) САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются САЕ/CAD/CAM-системы.

4.3 Основы методологии проектирования ИС (САПР)

В настоящее время существует необходимость формирования новой методологии построения информационных систем.

Цель такой методологии заключается в регламентации процесса проектирования ИС и обеспечении управления этим процессом с тем, чтобы гарантировать выполнение требований, как к самой ИС, так и к характеристикам процесса разработки.

Внедрение методологии должно приводить к снижению сложности процесса создания ИС за счет *полного и точного описания этого процесса*, а также применения современных методов и технологий создания ИС на всем жизненном цикле ИС - от замысла до реализации.

Методики и средства проектирования автоматизированных систем (САПР) подразделяются на три крупных уровня, соответствующих созданию интегрированной корпоративной системы, отдельных автоматизированных систем управления, программно-методических комплексов и компонентов автоматизированных систем.

В основе различных методологий моделирования предметной области ИС лежат принципы последовательной детализации абстрактных категорий. Обычно модели строятся на трех уровнях: на внешнем уровне (определении требований), на концептуальном уровне (спецификации требований) и внутреннем уровне (реализации требований).

Так, на внешнем уровне модель отвечает на вопрос, что должна делать система, то есть определяется состав основных компонентов системы: объектов, функций, событий, организационных единиц, технических средств.

На концептуальном уровне модель отвечает на вопрос, как должна функционировать проектируемая система? Иначе говоря, определяется характер взаимодействия компонентов системы одного и разных типов.

На внутреннем уровне модель отвечает на вопрос: «С помощью каких программно-технических средств реализуются требования к системе?»

С позиции жизненного цикла ИС описанные уровни моделей соответственно строятся на этапах анализа требований, логического (технического) и физического (рабочего) проектирования.

Для каждого класса сложных ИС (САПР, ERP, геоинформационные системы и т.д.) есть фирмы, специализирующиеся на разработке программных (а иногда и программно-аппаратных) систем. Многие из них на основе одной из базовых технологий реализуют свой подход к созданию САПР и придерживаются стратегии либо тотального поставщика, либо открытости и расширения системы приложениями и дополнениями третьих фирм.

К проектированию *ИС* непосредственное отношение имеют два направления деятельности:

1) собственно проектирование *ИС* конкретных предприятий (отраслей) на базе готовых программных и аппаратных компонентов с помощью специальных инструментальных средств разработки;

2) проектирование упомянутых компонентов *ИС* и инструментальных средств, ориентированных на многократное применение при разработке многих конкретных информационных систем.

Сущность первого направления может быть выражена словами “*системная интеграция*”. Разработчик *ИС* должен быть специалистом в области системотехники, хорошо знать международные стандарты, состояние и тенденции развития информационных технологий и программных продуктов, владеть инструментальными средствами разработки приложений (*CASE-средствами*) и быть готовым к восприятию и анализу автоматизируемых прикладных процессов в сотрудничестве со специалистами соответствующей предметной области [14]. Существует ряд фирм, специализирующихся на разработке проектов *ИС* (например, *Price Waterhouse, Jet Info, Consistent Software* и др.)

Второе направление в большей мере относится к области разработки математического и программного обеспечения *для реализации функций ИС* — моделей, методов, алгоритмов, программ на базе знания системотехники, методов анализа и синтеза проектных решений, технологий программирования, операционных систем и т. п.

Как собственно САПР, так и компоненты САПР являются сложными системами и при их проектировании нужно использовать один из стилей проектирования, например, нисходящее проектирование (Top-of-Design). Четкая реализация нисходящего проектирования приводит к спиральной модели разработки (например, ПО), на каждом витке спирали блоки предыдущего уровня детализируются, используются обратные связи (альтернативой является так называемая каскадная модель, относящаяся к поочередной реализации частей системы).

Рассмотрим этапы нисходящего проектирования ИС.

Верхний уровень проектирования АС часто называют *концептуальным проектированием*. **Концептуальное проектирование** выполняют в процессе пред проектных исследований, формулировки ТЗ, разработки эскизного проекта и прототипирования (согласно ГОСТ 34.601-90, эти стадии называют формированием требований к АС, разработкой концепции АС и эскизным проектом).

1. Предпроектные исследования проводят путем анализа (обследования) деятельности предприятия (компании, учреждения, офиса), на котором создается или модернизируется АС.

При этом нужно получить ответы на вопросы: что не устраивает в существующей технологии? Что можно улучшить? Кому это нужно и, следовательно, каков будет эффект? Перед обследованием формируются и в процессе его проведения уточняются цели обследования — определение возможностей и ресурсов для повышения эффективности функционирования предприятия на основе автоматизации процессов управления, проектирования, документооборота и т.п.

Содержание обследования — выявление структуры предприятия, выполняемых функций, информационных потоков, имеющихся опыта и средств автоматизации. Обследование проводят системные аналитики (системные интеграторы) совместно с представителями организации-заказчика.

2. На основе анализа результатов обследования строят модель, отражающую деятельность предприятия на данный момент (до реорганизации). Ее называют моделью "As Is". Далее разрабатывают исходную концепцию АС. Эта концепция включает в себя предложения по изменению структуры предприятия, взаимодействию подразделений, информационным потокам, что выражается в модели "To Be" (как должно быть).

Результаты анализа конкретизируются в ТЗ на создание АС. В ТЗ указывают потоки входной информации, типы выходных документов и предоставляемых услуг, уровень защиты информации, требования к производительности (пропускной способности) и т.п. ТЗ направляют заказчику для обсуждения и окончательного согласования.

3. Эскизный проект (техническое предложение) представляют в виде проектной документации, описывающей архитектуру системы, структуру ее подсистем, состав модулей. Здесь же содержатся предложения по выбору базовых программно-аппаратных средств, которые должны учитывать прогноз развития предприятия.

В отношении аппаратных средств и особенно ПО такой выбор чаще всего есть выбор фирмы-поставщика необходимых средств (или, по крайней мере, базового ПО), так как правильная совместная работа программ разных фирм достигается с большим трудом. В проекте может быть предложено несколько вариантов выбора. При анализе выясняются возможности покрытия автоматизируемых функций имеющимися программными продуктами и, следовательно, объемы работ по разработке оригинального ПО. Подобный анализ необходим для предварительной оценки временных и материальных затрат на автоматизацию. Учет ресурсных ограничений позволяет уточнить достижимые масштабы автоматизации, подразделить проектирование АС на работы первой, второй и т.д. очереди.

4. После принятия эскизного проекта разрабатывают прототип АС, представляющий собой набор программ, эмулирующих работу готовой системы. Благодаря прототипированию можно не только разработчикам, но и будущим пользователям АС увидеть контуры и особенности системы и, следовательно, заблаговременно внести коррективы в проект.

Как на этапе обследования, так и на последующих этапах целесообразно придерживаться определенной дисциплины фиксации и представления получаемых результатов, основанной на той или иной методике формализации спецификаций. Формализация нужна для однозначного понимания исполнителями и заказчиком требований, ограничений и принимаемых решений.

При концептуальном проектировании применяют ряд спецификаций, среди которых центральное место занимают модели преобразования, хранения и передачи информации.

Модели, полученные в процессе обследования предприятия, являются моделями его функционирования. В процессе разработки ИС модели, как правило, претерпевают существенные изменения (переход от "As Is" к "To Be") и в окончательном виде модель "To Be" рассматривают в качестве модели проектируемой АС [14].

Различают функциональные, информационные, поведенческие и структурные модели:

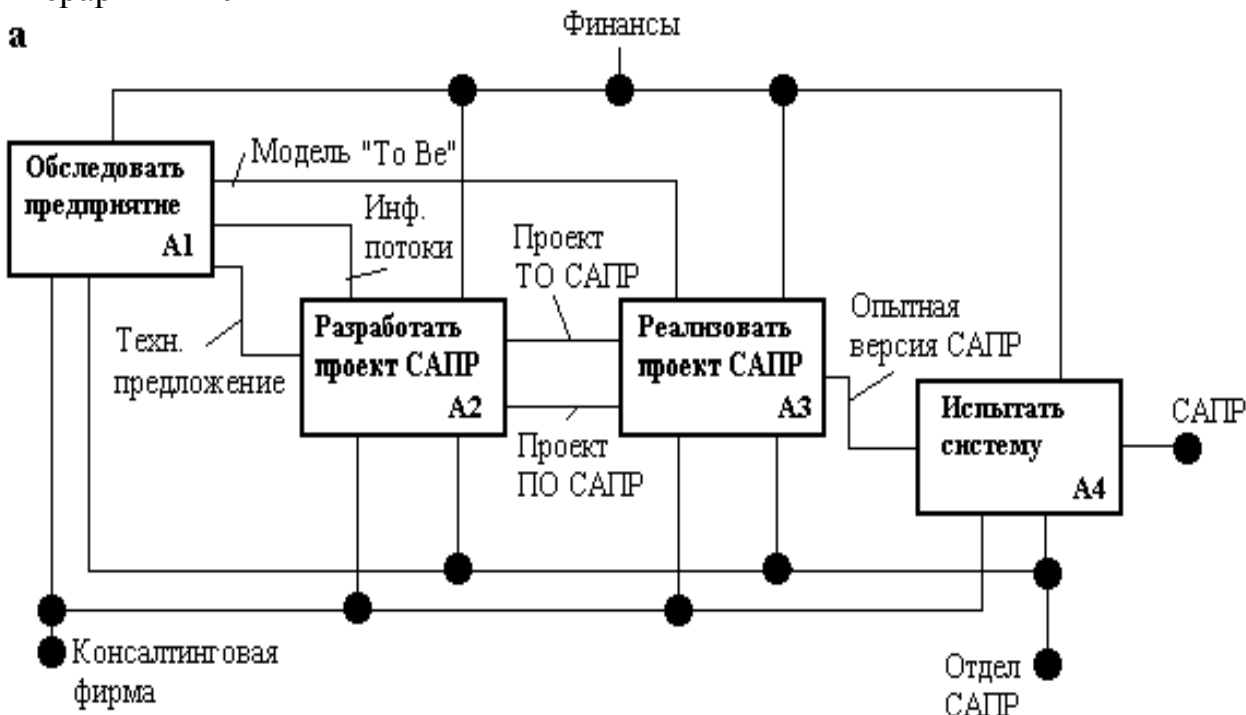
- *Функциональная модель* системы описывает совокупность выполняемых системой функций.
- *Информационная модель* отражает структуры данных — их состав и взаимосвязи.
- *Поведенческая модель* описывает информационные процессы (динамику функционирования), в ней фигурируют такие категории, как состояние системы, событие, переход из одного состояния в другое, условия перехода, последовательность событий, осуществляется привязка ко времени.
- *Структурная модель* характеризует морфологию системы (ее построение) — состав подсистем, их взаимосвязи.

Таким образом, на основании изучения особенностей функционирования строительных САПР разработаны основные методологические принципы построения и моделирования информационной технологии передачи и преобразования данных в системах автоматизированного проектирования.

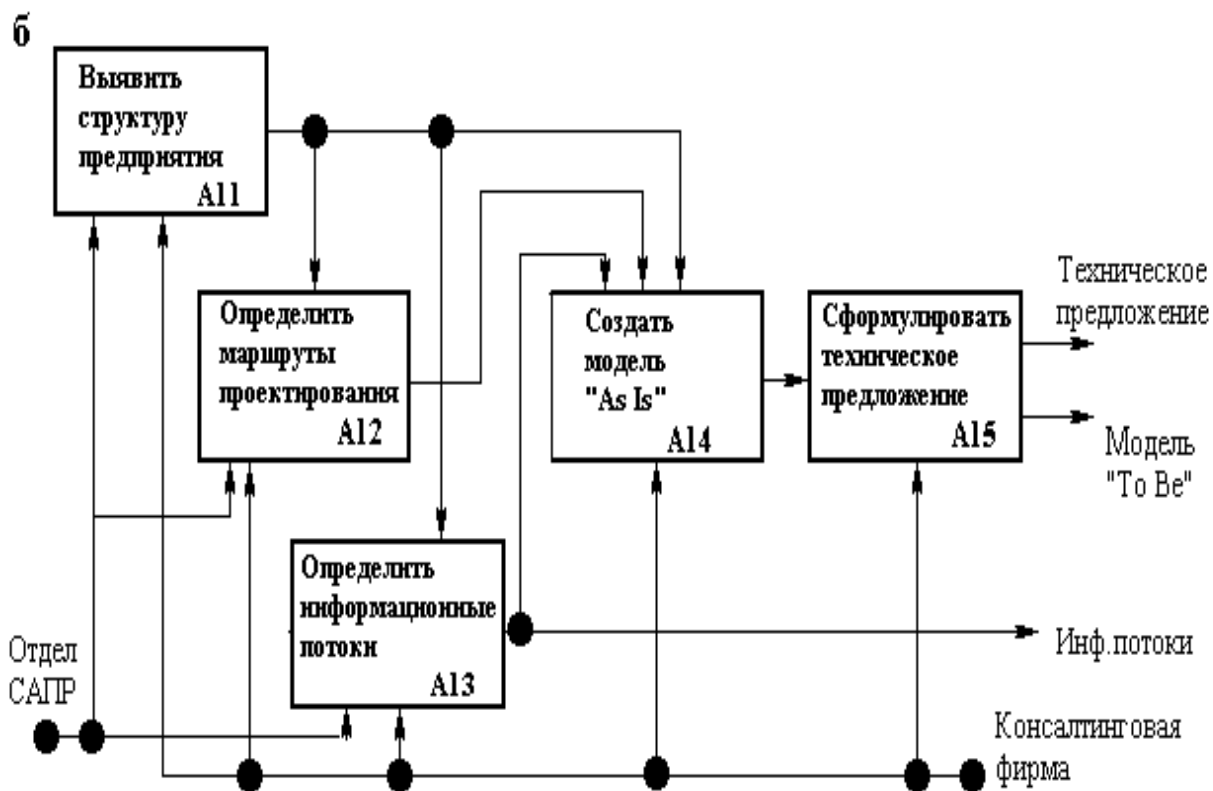
Пример моделей такой информационной технологии на верхнем уровне иерархии представлен ниже с использованием нотификации стандарта IDEF0 (рис. 4.1 а, б, в, г).

4. МОДЕЛИ ПРОЦЕССА создания и внедрения САПР в стандарте IDEF0 :

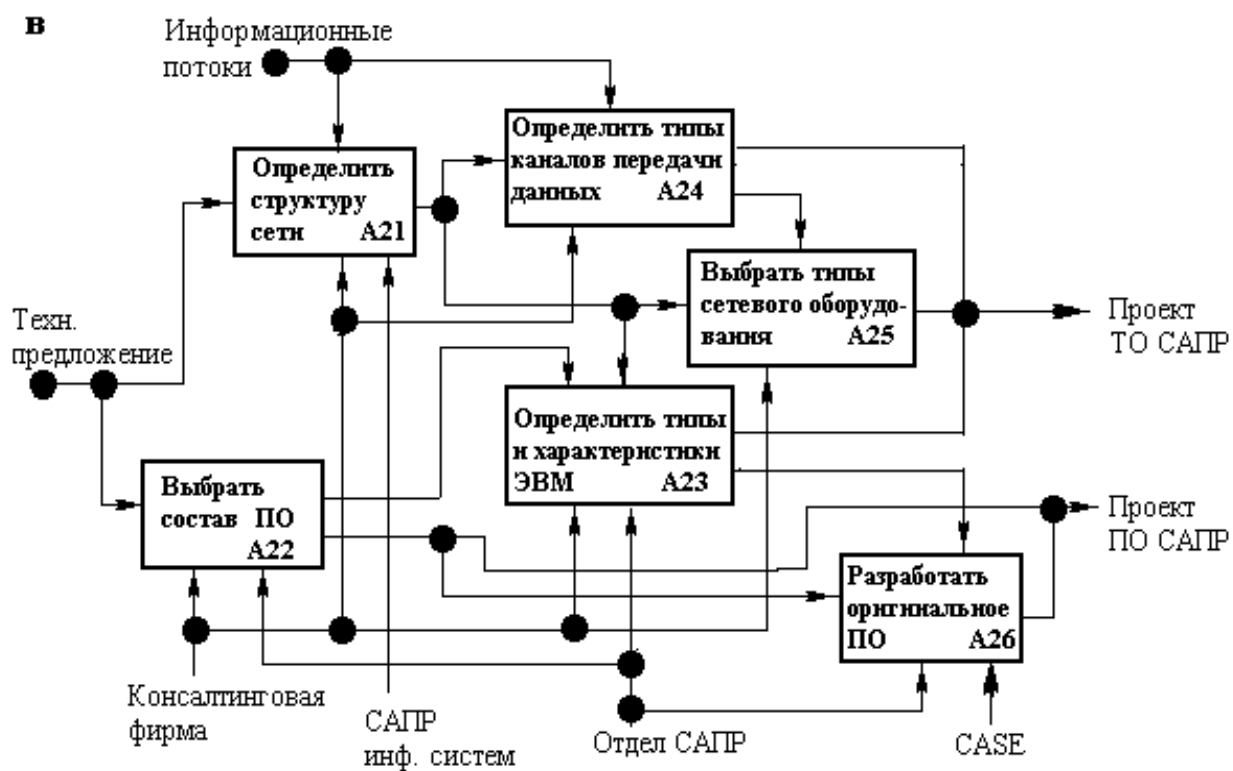
- Иерархия А-0



- Декомпозиция А-1:



- Декомпозиция A-2:



- Декомпозиция A-3:

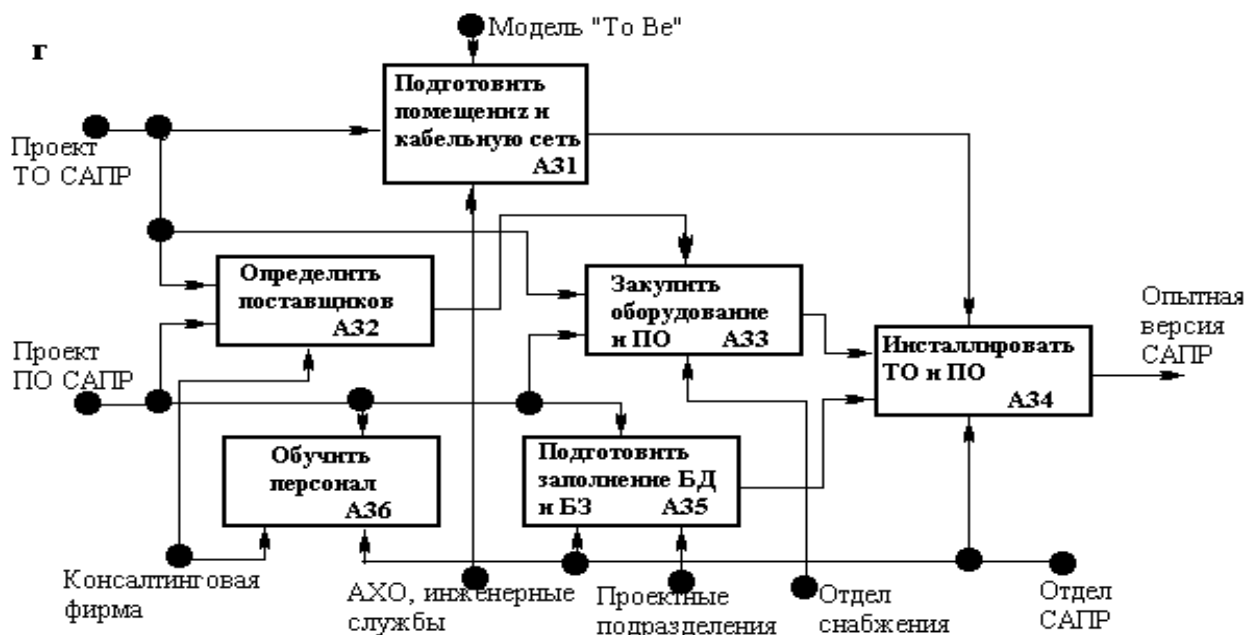


Рис. 4.1 – создание и внедрение САПР.

Примечание:

- а) IDEF0-диаграмма первого уровня; б) IDEF0-диаграмма обследования предприятия;
- в) IDEF0-диаграмма проектирования САПР; г) IDEF0-диаграмма реализации проекта САПР

5. Лекция 5. Современные специализированные системы и программы в строительном проектировании

5.1 Типовая Структура Комплексной САПР

Для крупных проектных организаций и небольших проектных фирм в строительстве типовая структура комплексной САПР представлена на рис.5.1.



Рис. 5.1 – Структура комплексной САПР.

Архитектурная часть проекта:

- **AutoCAD** - графическая система (*разработка фирмы Autodesk, США*);
- **ArchiCAD** - архитектурная графическая система (*разработка фирмы GRAPHISOFT, Венгрия*);
- **Allplan** - архитектурная графическая система (*разработка фирмы Allplan, Германия*);
- **REVIT** - архитектурная графическая система (*разработка фирмы Autodesk, США*).

Конструктивная часть проекта:

- **ЛИРА** – универсальный программный комплекс для расчета и проектирования строительных и машиностроительных конструкций (*разработка ГНИИАСС, Киев*);
- **МОНОМАХ** – программный комплекс для расчета и проектирования железобетонных конструкций многоэтажных зданий (*разработка ГНИИАСС, Киев*).

Сантехническая часть проекта:

- **АРАМИС** – графико-документирующая система сантехнического оборудования (*разработка ГНИИАСС, Киев*);
- **АРС-ПС** – расчетная система сантехнического оборудования (*разработка фирмы АРС, Киев*) *Сметно-финансовая часть*;
- **ИСС** – сметы, стоимость строительства, управление проектированием (*разработка ГНИИАСС, Киев*).

5.2 Перечень программного обеспечения для архитектурно-строительного проектирования и расчетов

1 Программы для архитектурно-строительного проектирования и выпуска строительной документации.

[AutoCAD Architecture](#) Специализированное решение для архитектурно-строительного проектирования зданий и сооружений на платформе AutoCAD®. Обладает собственными средствами построения трехмерных моделей и получения всей необходимой выходной документации.

[Autodesk Revit Architecture](#) Специализированное решение для архитектурно-строительного проектирования и управления документооборотом с применением технологии информационного моделирования зданий (BIM).

[AutoCAD Revit Architecture Suite](#) AutoCAD Revit Architecture Suite — Программный комплекс, состоящий из трех независимых программ: базовой САПР [AutoCAD](#), системы архитектурно-строительного проектирования [AutoCAD Architecture](#) и новейшей системы проектирования [Autodesk Revit Architecture](#).

[Autodesk Building Design Suite](#) Autodesk Building Design Suite — это идеальный программный комплекс для промышленного дизайна, проектирования, визуализации и выполнения расчетов

[Autodesk Factory Design Suite](#) Autodesk Factory Design Suite — программный комплекс для проектирования промышленных предприятий.

Проектирование строительных конструкций

[AutoCAD Structural Detailing](#) Специализированное решение, предоставляющее средства быстрой и эффективной детализации и создания рабочих чертежей для изготовления стальных и железобетонных конструкций.

[Autodesk Revit Structure](#) Специализированное решение для проектирования стальных и железобетонных конструкций с применением технологии информационного моделирования зданий (BIM).

[AutoCAD Revit Structure Suite](#) Программный комплекс, состоящий из трех независимых программ: базовой САПР [AutoCAD](#), системы проектирования стальных и железобетонных конструкций [AutoCAD Structural Detailing](#) и новейшей системы проектирования строительных конструкций [Autodesk Revit Structure](#).

2. Проектирование инженерных систем зданий.

[AutoCAD MEP](#) Специализированное решение для проектирования инженерных систем зданий с применением технологии информационного моделирования зданий (BIM).

[Revit MEP](#) Специализированное решение для проектирования инженерных систем зданий с применением технологии информационного моделирования зданий (BIM).

[AutoCAD Revit MEP Suite](#) Программный комплекс, состоящий из двух независимых программ: [AutoCAD MEP](#) и [Revit MEP](#), представляющий собой комплексное решение для проектирования и для создания строительной-технической документации.

3. САПР общего назначения.

[AutoCAD](#) AutoCAD® - это традиционные, проверенные временем инструменты инженерной графики, трехмерного моделирования и визуализации. Платформа AutoCAD обеспечивает впечатляющее повышение производительности труда в любой области деятельности, связанной с точным графическим представлением результатов. Функционал

AutoCAD дополняют более 5000 специализированных программ-приложений для самых разнообразных отраслей.

[AutoCAD LT](#) Универсальная система для черчения и создания проектной документации

[Autodesk 3ds Max Design](#) Программа трехмерного моделирования, анимации и визуализации в которой реализованы передовая технология моделирования и расчета освещения, богатые возможности визуализации и высокий уровень совместимости с продуктами на базе Revit® и AutoCAD®.

[StdManagerCS](#) Система централизованного управления настройками рабочей среды AutoCAD в соответствии со стандартами предприятий по работе в среде AutoCAD для различных специальностей.

4. Архитектурно-строительные приложения для AutoCAD.

[ПАРКС](#) Приложение для AutoCAD, предназначенное для выполнения чертежей архитектурно-строительной части проекта и выпуска строительной документации (раздел АР и КЖ), в соответствии с отечественными нормами и стандартами.

[МАЭСТРО А](#) Приложение для AutoCAD, предназначенное для автоматизации архитектурно-строительного проектирования, в соответствии с отечественными нормами и стандартами.

[МАЭСТРО К](#) Приложение для AutoCAD, предназначенное для проектирования строительных конструкций, в соответствии с отечественными нормами и стандартами. Состоит из модулей: "Перекрытия", "Перемычки", "Ленточные Фундаменты", "Свайные Фундаменты", "Сечения Фундаментов".

[СПДС GraphiCS](#) СПДС GraphiCS – приложение к AutoCAD, Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Architecture, предназначенное для оформления рабочих чертежей в строгом соответствии с требованиями СПДС.

5. Программы для расчета строительных конструкций.

[SCAD Office](#) Программный комплекс нового поколения, позволяющий провести расчет и проектирование стальных и железобетонных конструкций.

[SCAD \(StructureCAD\)](#) Программа предназначена для расчета и проектирования строительных конструкций методом конечных элементов. Программа имеет одностороннюю связь с Autodesk Revit® Structure. Соответствует отечественным нормам и стандартам.

[Комета](#) Программа предназначена для расчета и проектирования узлов

стальных конструкций зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве.

Кристалл

Программа предназначена для выполнения проверок элементов и соединений стальных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-23-81* "Стальные конструкции. Нормы проектирования".

Арбат

Программа предназначена для подбора и проверки существующей арматуры в элементах железобетонных конструкций (неразрезные балки и колонны), а также для вычисления прогибов в железобетонных балках согласно требованиям СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции.

Камин

Программа предназначена для расчета элементов каменных и армокаменных конструкций в соответствии со СНиП

Монолит

Программа предназначена для проектирования железобетонных монолитных ребристых перекрытий, образованных системой плит и балок, опирающихся на колонны и(или) стены.

Конструктор сечений

Программа предназначена для формирования произвольных составных сечений из стальных прокатных профилей и листов, а также расчета их геометрических характеристик, необходимых для выполнения расчета конструкций.

КоКон

Электронный справочник по коэффициентам концентрации напряжений

6. Программы для проектирования и расчетов сантехнических систем

МАЭСТРО С

Приложение для AutoCAD, предназначенное для сантехников, и состоящее из модулей "Отопление", "Водопровод и Канализация", "Газоснабжение"

АРС-ПС

Программа предназначена для расчета систем вентиляции и аспирации, систем отопления, газоснабжения и водоснабжения, теплотехнического расчета зданий, тепловых сетей в режиме "эксплуатации" и "проектирования", произвольных трубопроводных сетей, соответствует отечественным нормам и стандартам.

ВЕНТСИС

Программа предназначена для выполнения на ПЭВМ чертежей вентиляции, кондиционирования воздуха, теплоснабжения калориферов и тепловых пунктов раздела ОВ с помощью программного средства AutoCAD.

7. Проектирование объектов инфраструктуры

[Autodesk Civil 3D](#) Программа нового поколения базируется на платформе AutoCAD и предназначена для решения задач землеустроителей, проектировщиков генплана и линейных сооружений.

[GeoniCS](#) Приложение к AutoCAD, предназначенное для проектирования генеральных планов, вертикальной планировки, а также, для создания трехмерных моделей рельефа поверхностей и карт в изолиниях

8. Система SCAD (Structure CAD) - универсальный вычислительный комплекс, предназначенный для расчета объекта в целом. Продукт входит в состав: **SCAD Office**

SCAD Office включает следующие программы:

- SCAD - вычислительный комплекс для прочностного анализа конструкций методом конечных элементов;
- КРИСТАЛЛ - расчет элементов стальных конструкций;
- АРБАТ - подбор арматуры и экспертиза элементов железобетонных конструкций;
- КАМИН - расчет каменных и армокаменных конструкций;
- ДЕКОР - расчет деревянных конструкций;
- ЗАПРОС - расчет элементов оснований и фундаментов;
- ОТКОС - анализ устойчивости откосов и склонов;
- ВЕСТ - расчет нагрузок по СНиП "Нагрузки и воздействия" и ДБН;
- МОНОЛИТ - проектирование монолитных ребристых перекрытий;
- КОМЕТА, КОМЕТА-2 - расчет и проектирование узлов стальных конструкций;
- КРОСС - расчет коэффициентов постели зданий и сооружений на упругом основании;
- КОНСТРУКТОР СЕЧЕНИЙ - формирование и расчет геометрических характеристик сечений из прокатных профилей и листов;
- КОНСУЛ - построение произвольных сечений и расчет их геометрических характеристик на основе теории сплошных стержней;
- ТОНУС - построение произвольных сечений и расчет их геометрических характеристик на основе теории тонкостенных стержней;
- СЕЗАМ - поиск эквивалентных сечений;
- КоКон - справочник по коэффициентам концентрации напряжений и коэффициентам интенсивности напряжений;
- КУСТ - расчетно-теоретический справочник проектировщика.

Система SCAD (Structure CAD) - интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов, позволяющая определить напряженно-деформированное состояние конструкций от статических и динамических воздействий, а также выполнить ряд функций проектирования элементов конструкций. Программа имеет одностороннюю связь с **Autodesk Revit® Structure**.

Структура:

- Развитая библиотека конечных элементов для моделирования стержневых, пластинчатых, твердотельных и комбинированных конструкций.
- Модули анализа устойчивости, формирования расчетных сочетаний усилий, проверки напряженного состояния элементов конструкций по различным теориям прочности, определения усилий взаимодействия фрагмента с остальной конструкцией, вычисления усилий и перемещений от комбинаций нагрузок, построения амплитудно-частотных характеристик. В системе реализован режим вариации моделей для совместного анализа нескольких вариантов расчетной схемы.
- Модули подбора арматуры в элементах железобетонных конструкций, а также проверки и подбора сечений элементов стальных конструкций.
- Графические средства формирования расчетных схем включают набор параметрических прототипов конструкций, позволяют автоматически сгенерировать сетку конечных элементов на плоскости, задать описания физико-механических свойств материалов, условий опор и примыкания, а также нагрузок.
- Предусмотрена возможность сборки расчетных моделей из различных схем, а также широкий выбор средств графического контроля всех характеристик схемы.
- Импорт геометрии из систем ArchiCAD, HyperSteel, чтение данных в форматах DXF, DWG.

Результаты:

- Результаты расчета отображаются как в графической, так и в табличной формах.
- В графической форме результаты расчета перемещений выводятся в виде деформированной схемы, цветовой и цифровой индикации значений перемещений в узлах, а также изополей и изолиний перемещений для пластинчатых и объемных элементов, выполняется анимация форм колебаний для динамических и процесса деформирования для статических нагрузок.
- Для стержневых элементов могут быть получены деформированные схемы с учетом прогибов, а также эпюры прогибов для отдельных элементов.
- Усилия в стержневых элементах представляются в виде эпюр для всей схемы или отдельного элемента, а также цветовой индикацией максимальных значений выбранного силового фактора – усилия и напряжения в пластинчатых и объемных элементах выводятся в виде изополей или изолиний в указанном диапазоне цветовой шкалы с возможностью одновременного отображения числовых значений в центрах и узлах элементов.
- Графическое представление результатов работы постпроцессора подбора арматуры в элементах железобетонных конструкций в виде эпюр для

стержневых и изополей или изолиний распределения арматуры для пластинчатых элементов.

- Возможность локализации результатов расчета в заданном диапазоне значений перемещений и силовых факторов.
- Результаты расчета в табличной форме могут экспортироваться в редактор MS Word или электронные таблицы MS Excel.
- Табличное представление результатов может быть дополнено графическими материалами, отобранными в процессе создания расчетной схемы и анализа результатов.
- Экспорт результатов подбора арматуры в плитах и перекрытиях в систему AllPlan.

Проектирование:

- Подбор арматуры в сечениях элементов железобетонных конструкций для стержневых и пластинчатых элементов по предельным состояниям первой и второй группы.
- проверка несущей способности и подбор сечений элементов стальных конструкций из прокатных профилей.

Результаты расчета могут экспортироваться в редактор **MS Word** или электронные таблицы **MS Excel**, а также выводятся в виде деформированной схемы и схемы прогибов, цветовой и цифровой индикации значений перемещений в узлах, а также изополей и изолиний перемещений для пластинчатых и объемных элементов. Выполняется анимация форм колебаний для динамических нагрузок и процесса деформирования - для статических. Усилия в стержневых элементах представляются в виде эпюр, а также цветовой индикацией максимальных значений выбранного силового фактора. Усилия и напряжения в пластинчатых и объемных элементах выводятся в виде изополей или изолиний в указанном диапазоне цветовой шкалы с возможностью одновременного отображения числовых значений в центрах и узлах элементов.

Выводы:

1. Системное освоение отдельных программных средств и методики их применения позволяет студенту (обучаемому) в последующем самостоятельно осваивать другие программные средства и методику их применения.

2. Методика обучения ориентирована на конечную цель – эффективное применение современных информационных технологий в производственной и научной деятельности.

6. Лекция 6: Структура и технологии работы программ автоматизации проектирования в строительстве (слайды)

6.1 Структура и связи ИТ.

Структура и связи ИТ в строительном проектировании представлена на рис. 6.1, 6.2.



Рис 6.1 – Структура и связи ИТ в строительном проектировании.

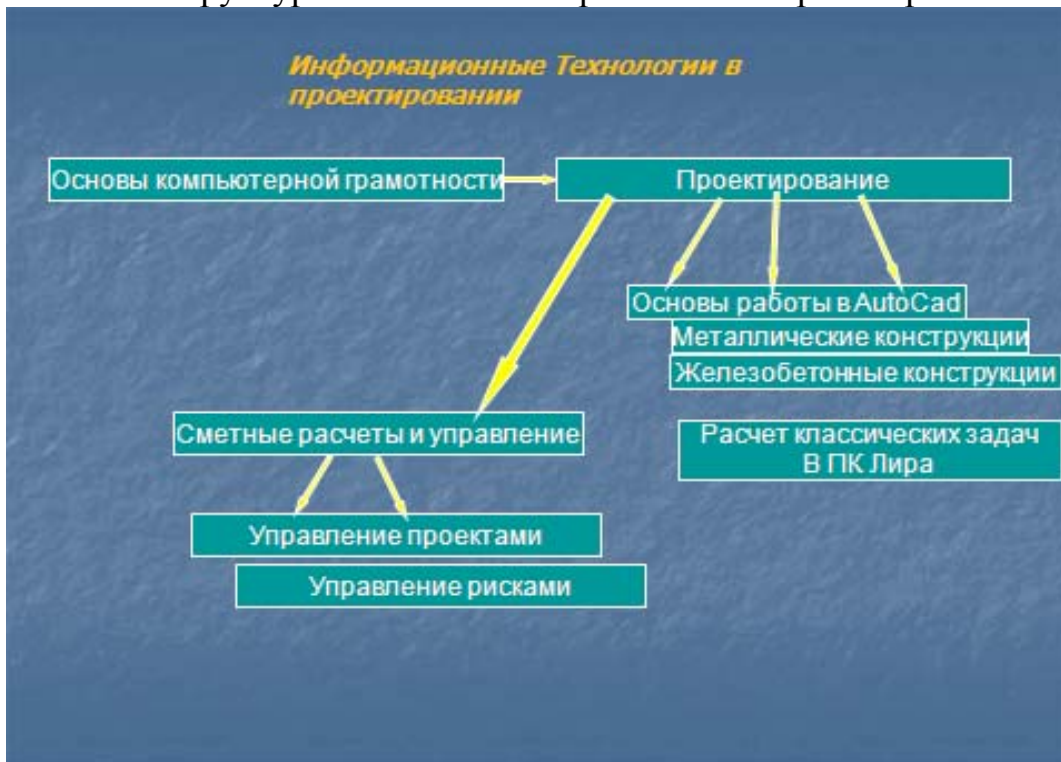


Рис.6.2 – Связи ИТ в строительном проектировании.

6.2 Схема организации проектирования.



Рис.6.3 – Схема организации проектирования.

6.3 Этапы проектирования.

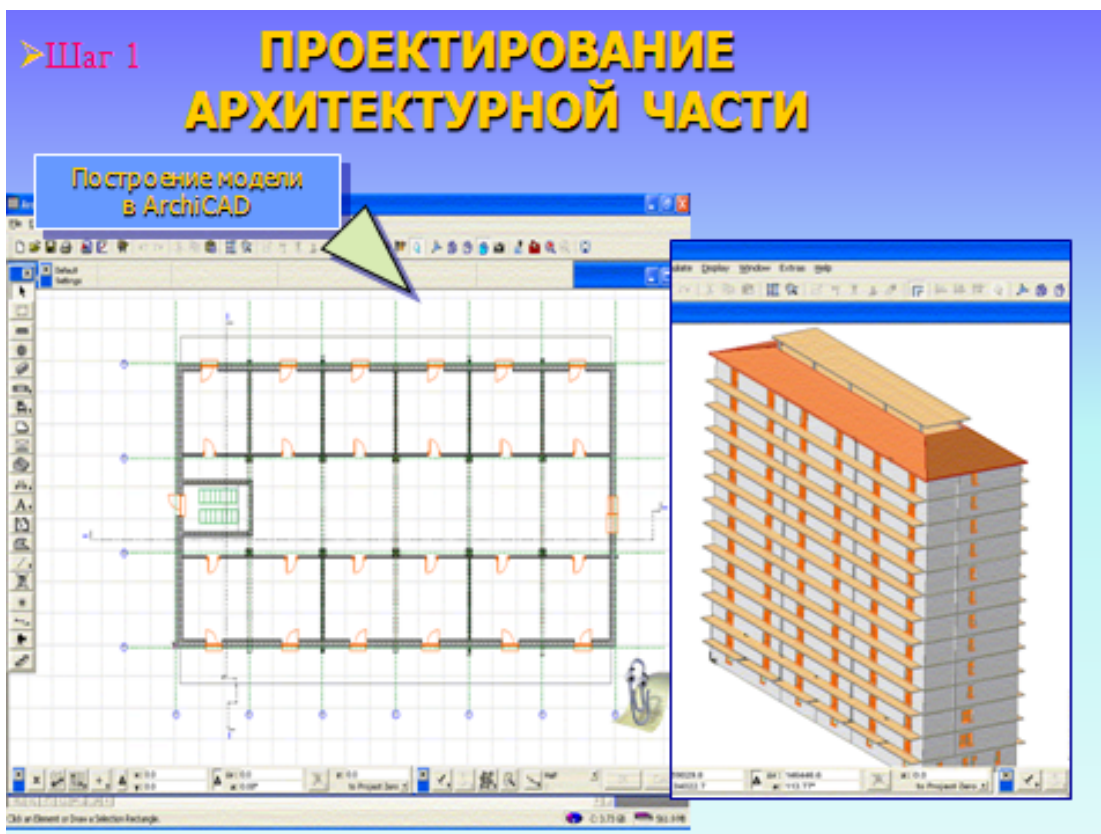


Рис.6.4 – Этап 1. Проектирование архитектурной части.

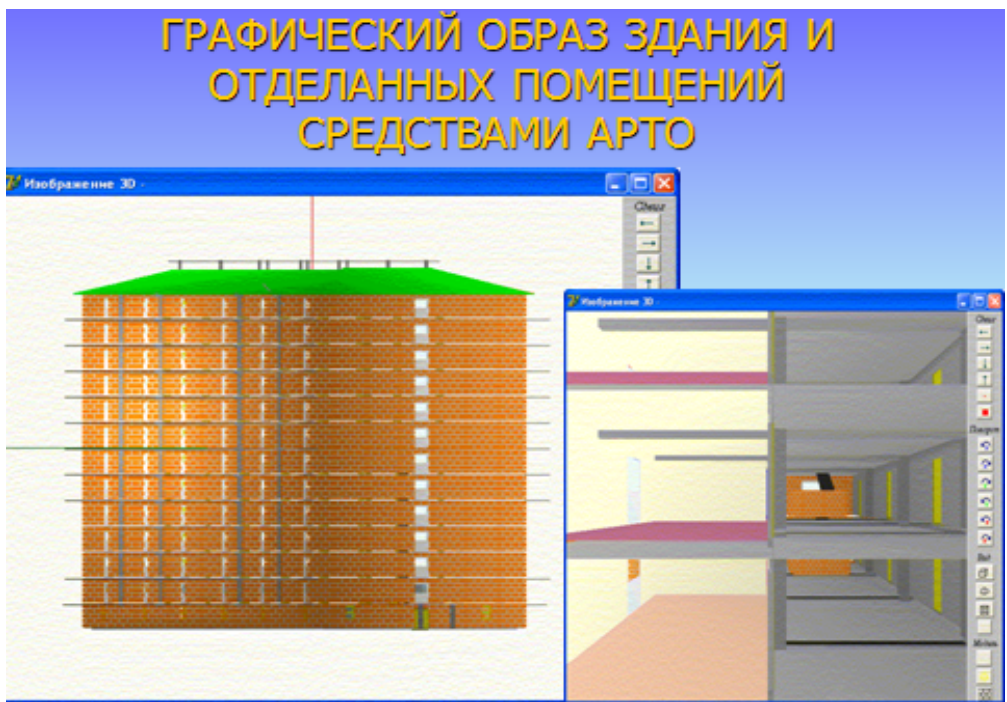


Рис.6.5 – Этап 2. Графический образ здания.

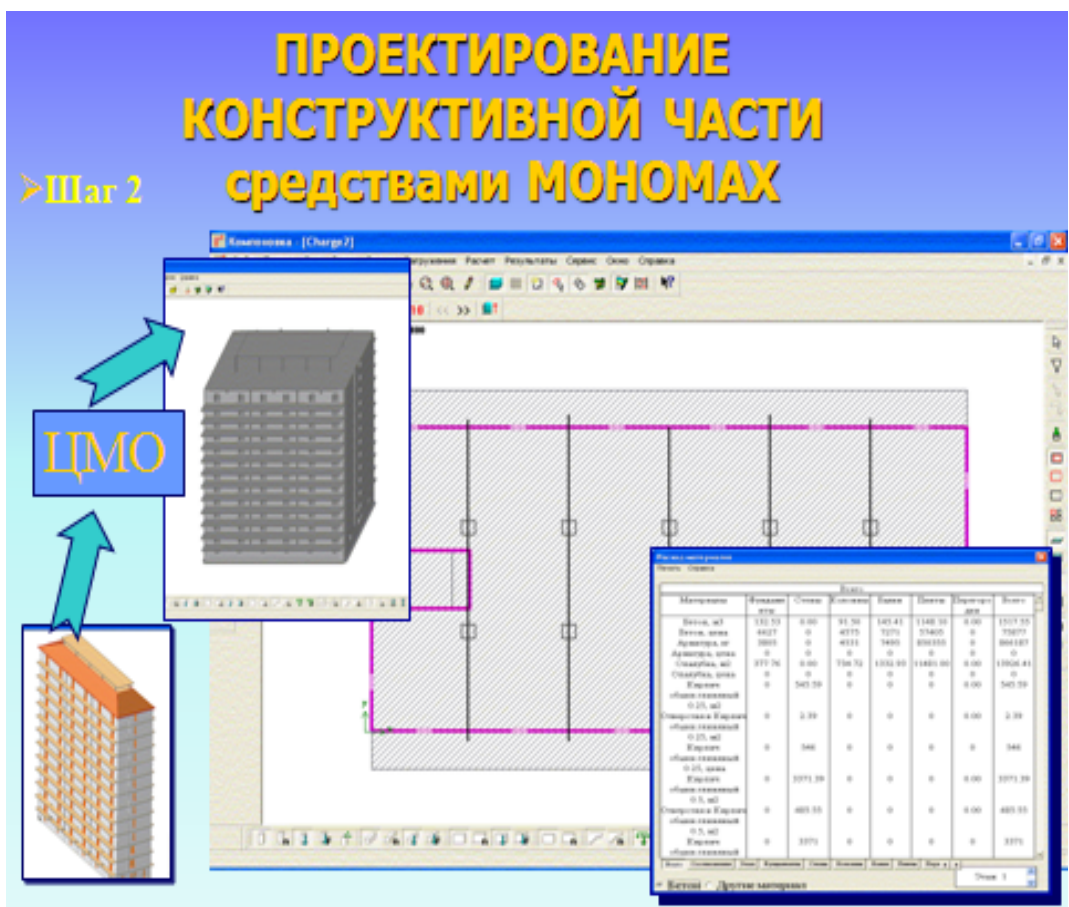


Рис.6.6 – Этап 3. Проектирование средствами МОНОМАХ.

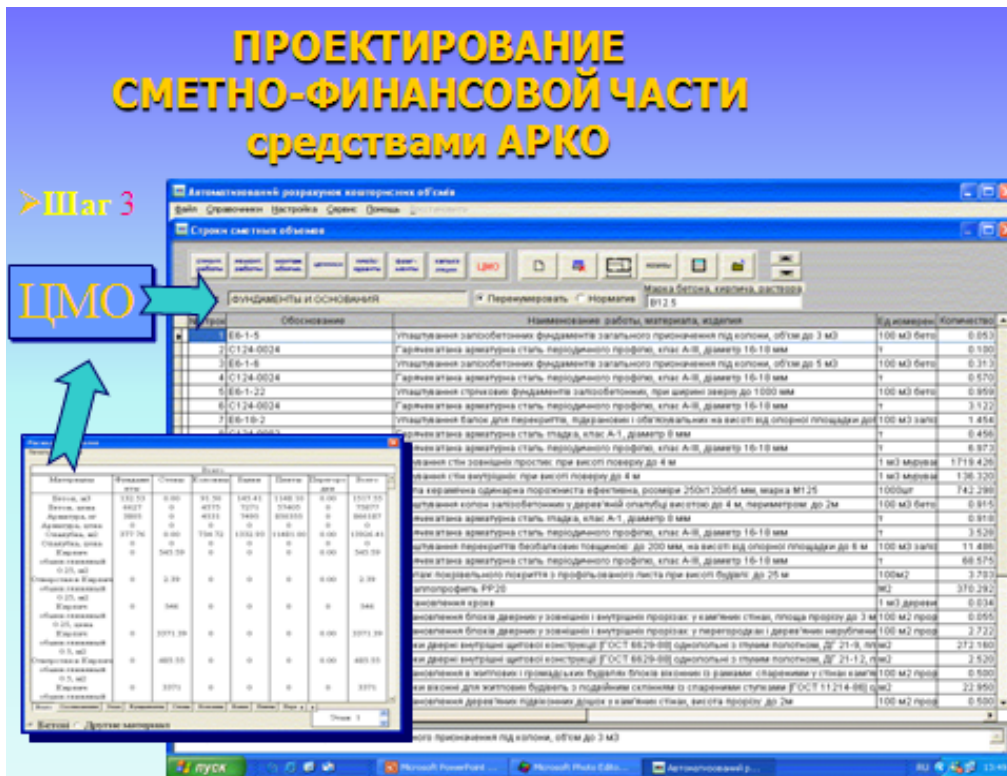


Рис.6.7 – Разработка смет.

Планирование и управление:

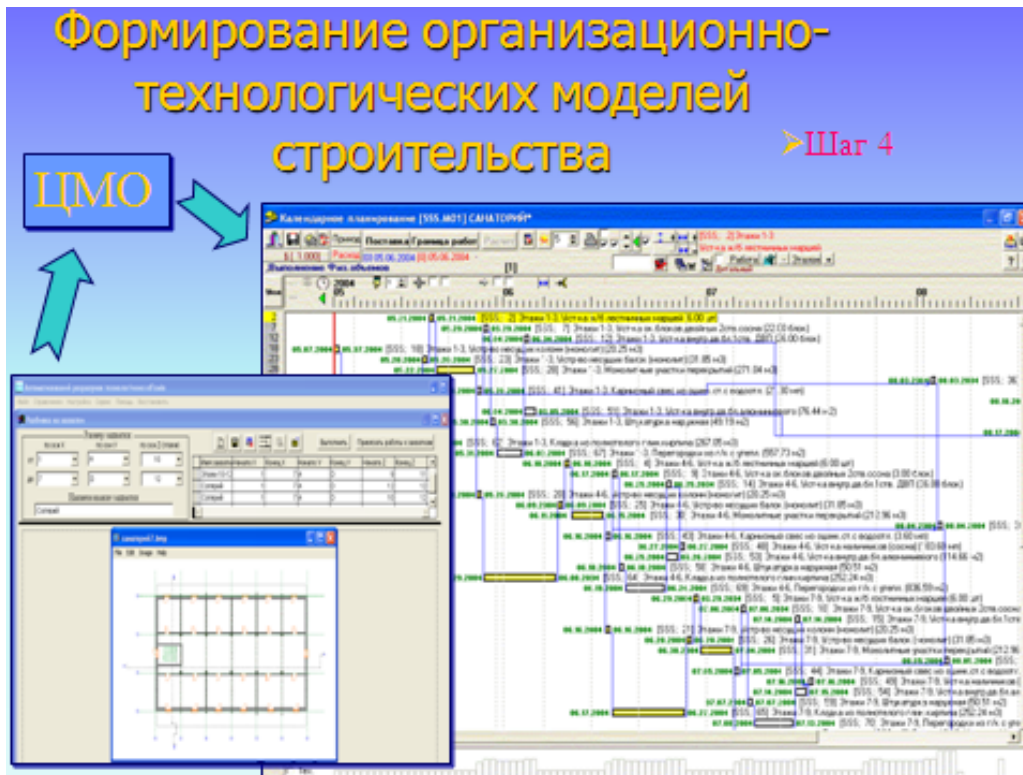


Рис.6.8 – Формирование моделей.

Планирование и управление, интегрированные САПР, сметы и нормативы

КАЛИПСО	⇒	Интегрированная технология автоматизированного проектирования, основанная на последовательном создании цифровой модели объекта программами, автоматизирующими отдельные разделы проекта – архитектура, конструкции, сантехника, электрика с последующим определением объемов работ, составлением смет и подготовкой данных для программ управления строительством – Building Manager, Microsoft Project и др.
Building manager	⇒	Программа предназначена для использования менеджерами строительных фирм и фирм заказчиков при подготовке и сопровождении строительства, ремонта, реконструкции

Рис.6.9 – Сметы и нормативы.

7. Лекция 7. Системы для расчета и проектирования строительных конструкций (ЛИРА, МОНОМАХ и другие). Слайды.

Технология проектирования конструкций (пример)



Рис.7.1 – Шаг 1. Общая схема.

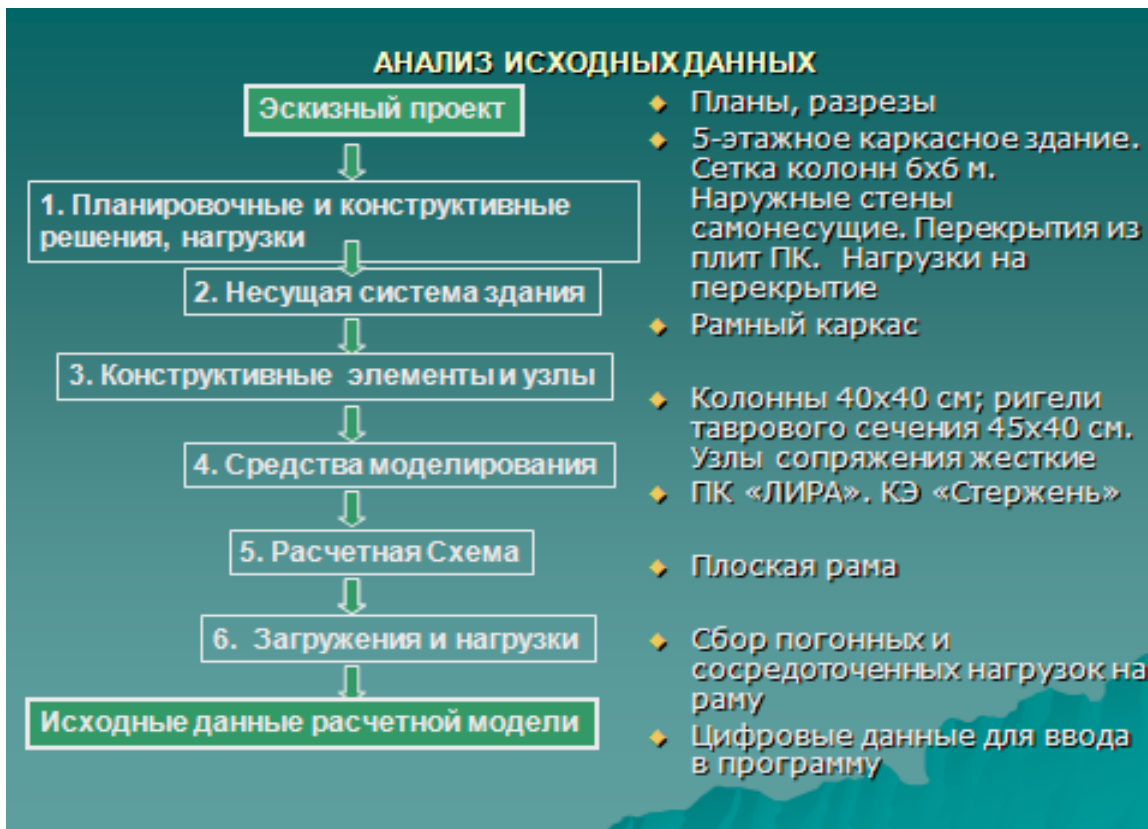


Рис.7.2 – Шаг 2. Анализ исходных данных.

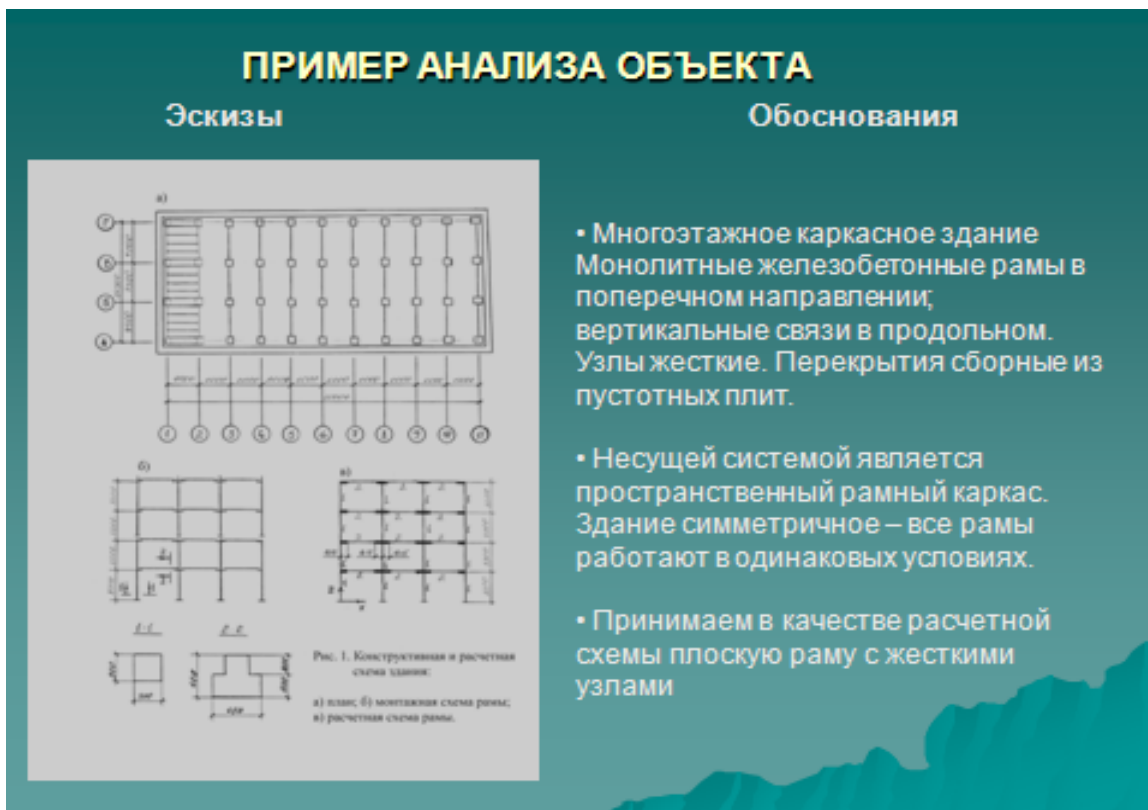


Рис.7.3 – Пример анализа объекта.

Общая последовательность формирования расчетной модели



- ◆ Уникальное имя файла. Допустимые степени свободы (перемещения)
- ◆ Генерация рам, ферм, оболочек... (формируются типы КЭ и координаты узлов)
- ◆ Закрепление схемы в пространстве
- ◆ Формирование таблицы жесткостей (сечения, модули упругости). Задание жесткостей элементам
- ◆ Задание нагрузок в загружениях: 1- постоянные, 2- полезная...
- ◆ Формирование таблицы управления сочетаниями загружений
- ◆ Задание количества расчетных схем (по умолчанию 2)

Рис.7.3 – Формирование расчетной модели.

Задание жесткостей элементам расчетной схемы

5. Назначить текущую жесткость выделенным элементам

2. Выбрать форму сечения. Двойной щелчок

3. Ввести параметры сечения

1. Добавить новый тип жесткости в список

4. Назначить одну из строк списка жесткостей текущей

Рис.7.4 – Задание параметров.

7.2. Структура ПО Ли́ра

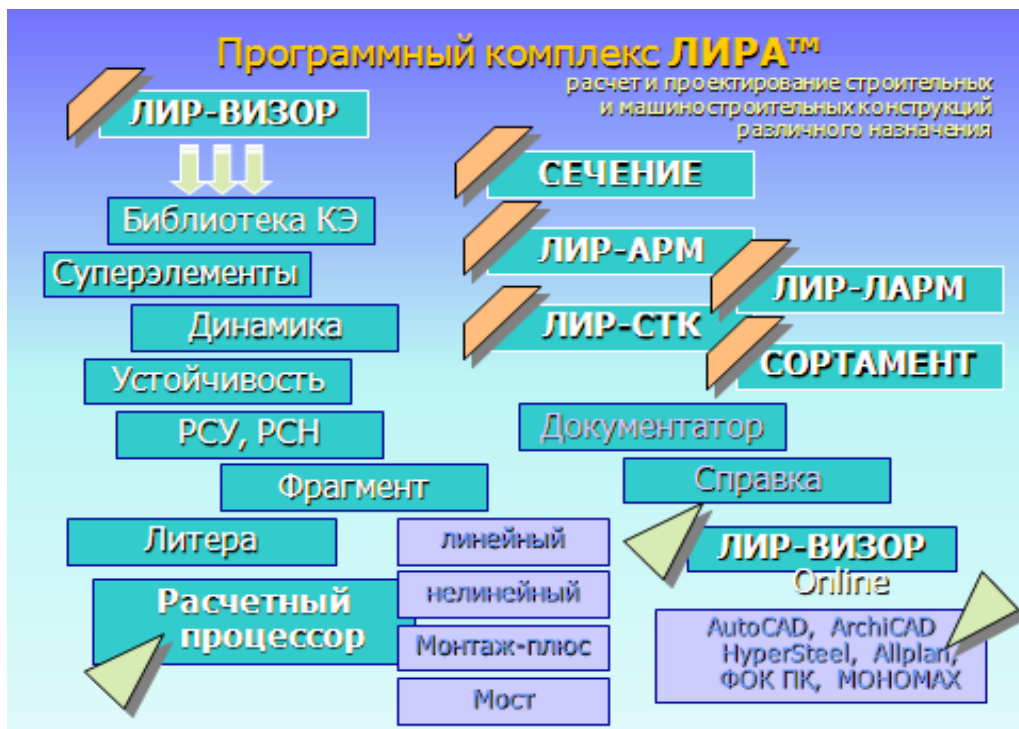


Рис.7.5 – Структура ПО Ли́ра.

7.3. Структура ПО Мономах

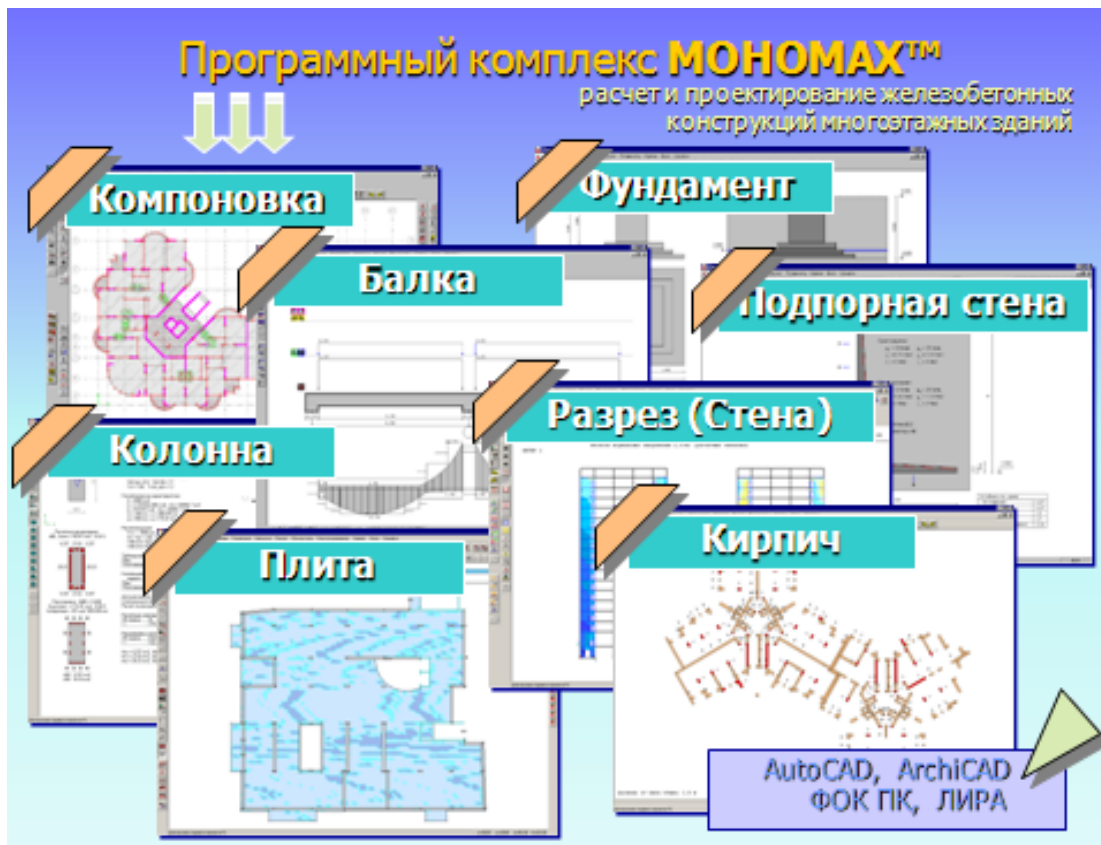
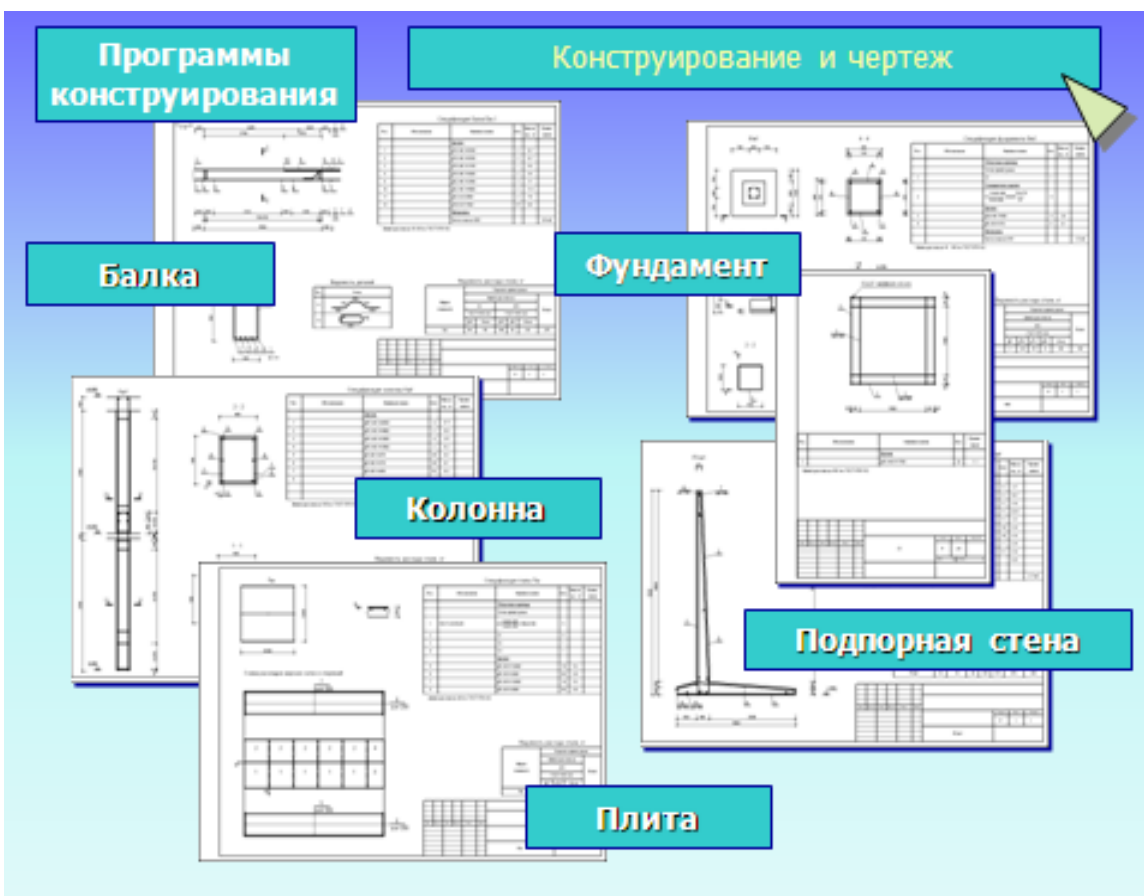
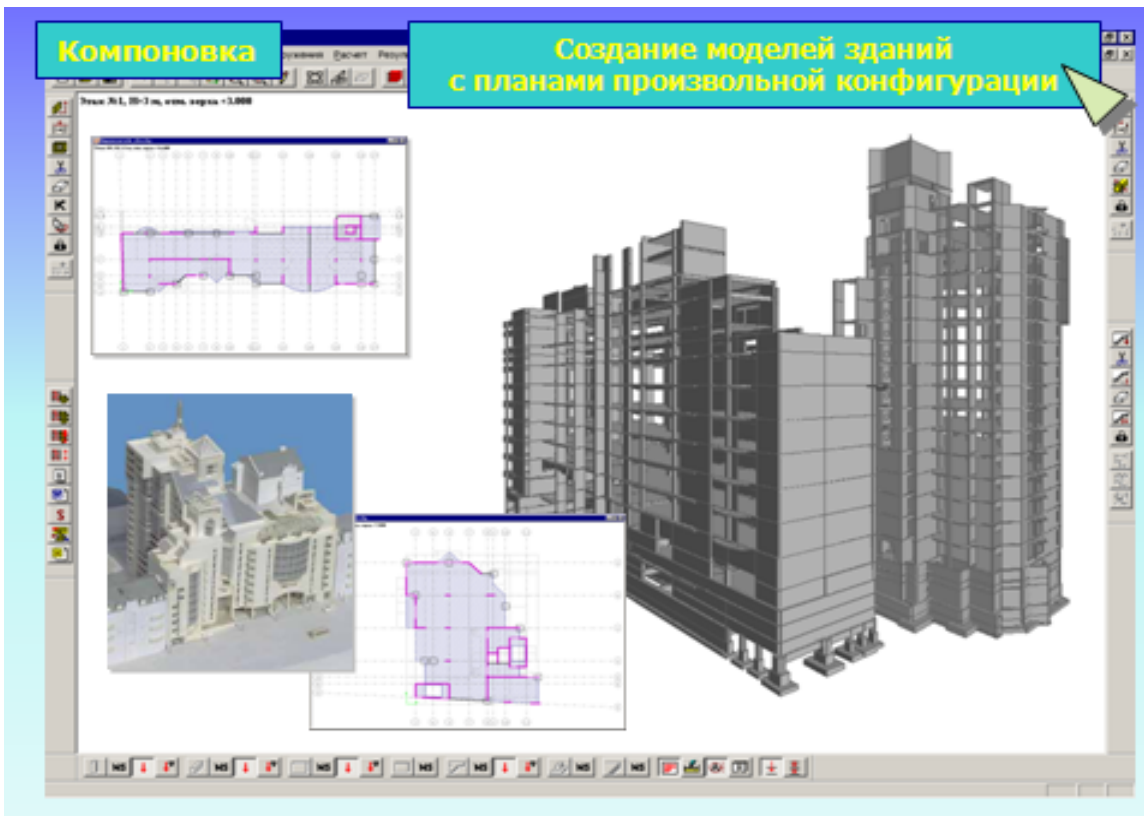
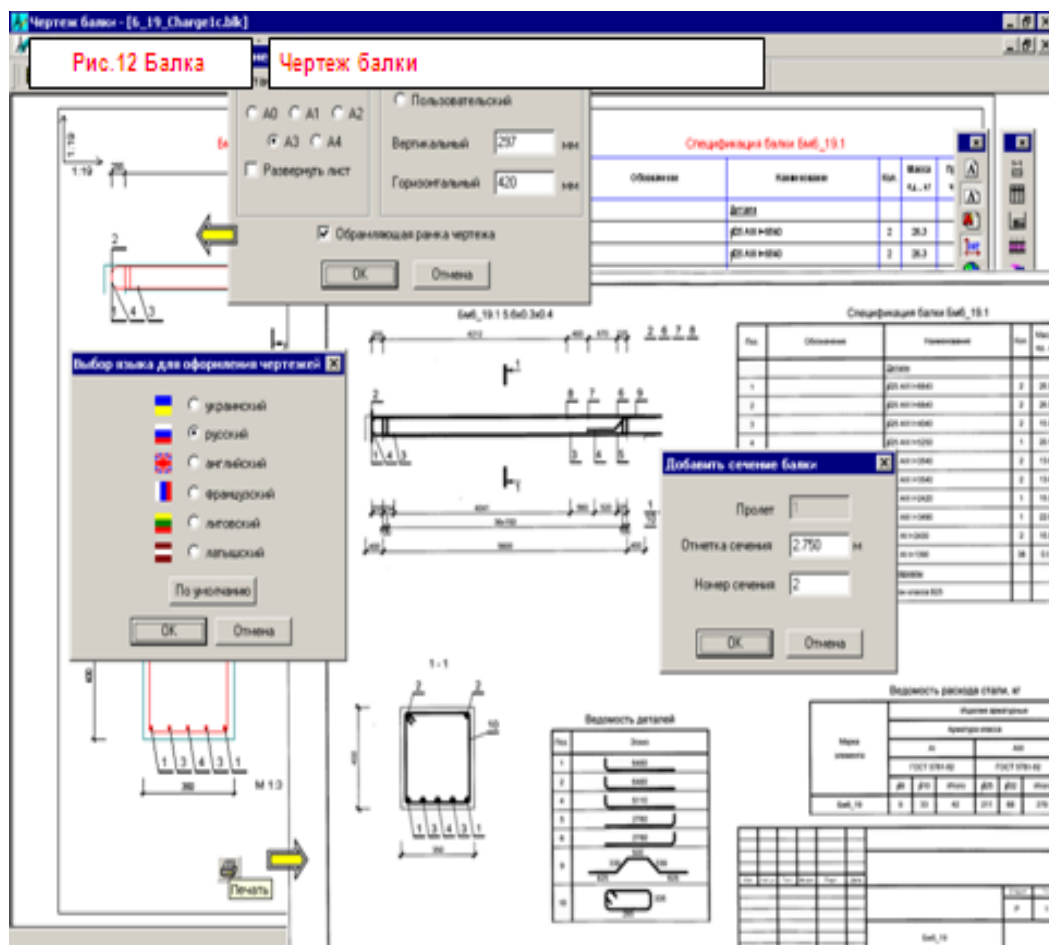


Рис.7.6 – Структура ПО Мономах.

Примеры :



Пример расчета балки:



По результатам расчета и конструирования формируется чертеж балки. Встроенная программа выполнения чертежей обладает собственным инструментарием для дополнительной корректировки чертежа. Можно изменить формат и компоновку листа, выбрать язык записей, дополнить чертеж примечаниями и основной надписью.

Для заданной отметки могут быть автоматически сформированы дополнительные сечения элемента.

Выполняется печать чертежа в соответствии с правилами оформления проектной документации.

Для дорисовки деталей и изменения записей в таблицах предусмотрена возможность экспорта чертежа в *AutoCAD* (формируется dxf-файл чертежа).

7.4 Программный комплекс ЭСПРИ

Система ЭСПРИ (Электронный СПравочник Инженера) содержит серию справочных и расчетных программ профессионального применения.

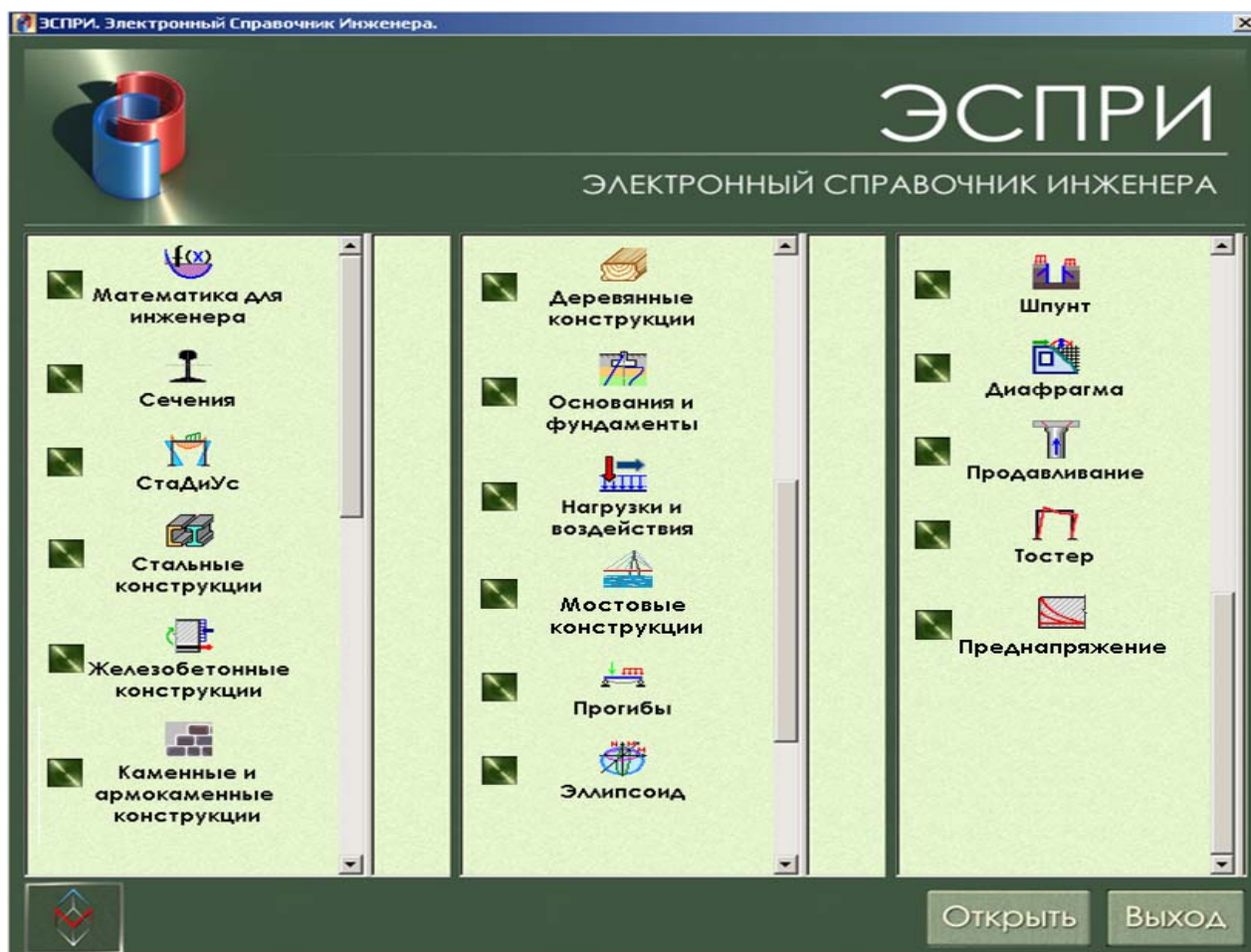
Программы, входящие в ЭСПРИ, предоставляют возможность выполнять компьютерные расчеты многих частных задач, которые возникают в процессе проектной, инженерной и исследовательской работы, и которые обычно не вписываются в структуру больших программных комплексов, таких как ЛИРА и МОНОМАХ [10].

Необходимость в решении указанных задач возникает как при разработке расчетной модели конструкции, так и при анализе результатов расчета целостной модели сооружения, как при экспертной оценке проектов, так и при техническом надзоре за возведением здания, а также во многих других ситуациях, имеющих место при исследовании работы конструкций, при проектировании и строительстве. Система ЭСПРИ помогает инженеру и исследователю в повседневной работе и обеспечивает им поддержку в принятии оптимального конструктивного решения.

Система ЭСПРИ позволяет решить большую группу задач, возникающих при расчете и проектировании конструкций различного назначения. Справочные и расчетные функции, реализованные в ЭСПРИ, активно применяются в работе инженера [10].

Наряду с достаточно простыми программами, носящими в основном информативный характер (сортамент арматурных стержней, сортамент металлопроката и т.п.) в ЭСПРИ входят и достаточно сложные программы:

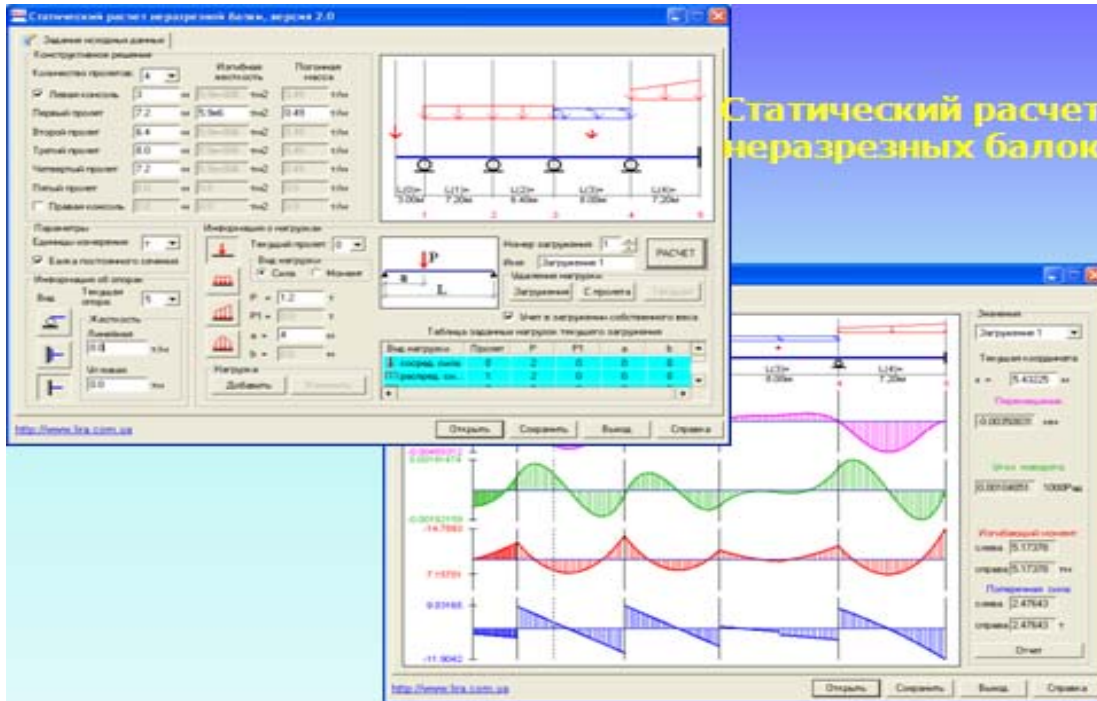
Главное меню программы:



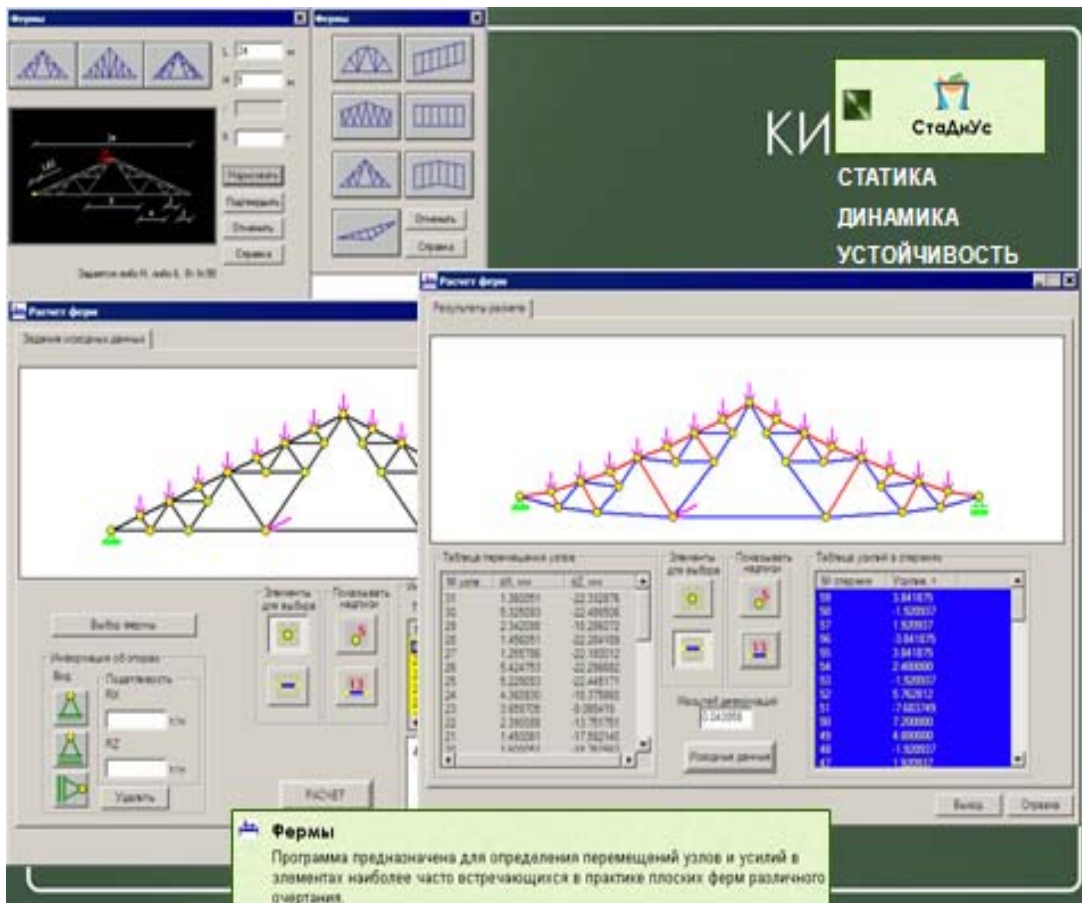
В настоящее время ЭСПРИ содержит более 70 программ. Часть программ объединена в разделы по тематическому признаку – математика, статика, железобетонные конструкции, стальные конструкции, фундаменты и т.п. Остальные программы представлены отдельно.

Демонстрация основных возможностей системы (Слайды).

Балки:



Фермы:



Рамы:

Выбор рамы

- Г-образная рама
 - с шарнирными опорами
 - с жесткими опорами
 - с двутурными колоннами
 - с шарнирными колоннами
 - на дуге Г-образных рам, с шарн.
 - на дуге Г-образных рам, с шарн.
- Г-образная рама
 - с шарнирными опорами
 - с шарнирными опорами и шарнирными
- Треугольная рама
 - с шарнирными опорами
- Двухэтажная рама
 - с жесткими опорами
- Двухпролетная рама
 - на Г-образных рамах с шарнирными
 - на Г-образных рамах с шарнирными
- Транзитная рама
 - с шарнирными опорами
- П-образная рама с пролетом

Расчет параметрических рам

Таблица максимальных усилий

№ узла	X, мм	Y, мм	Z, мм	Q, кН	M, кН·м
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0

Таблица усилий в сечениях

№ сечения	X, мм	Y, мм	Z, мм	Q, кН	M, кН·м
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0

Параметрические плоские рамы
Программа предназначена для статического расчета наиболее часто встречающихся в практике рам различного очертания.

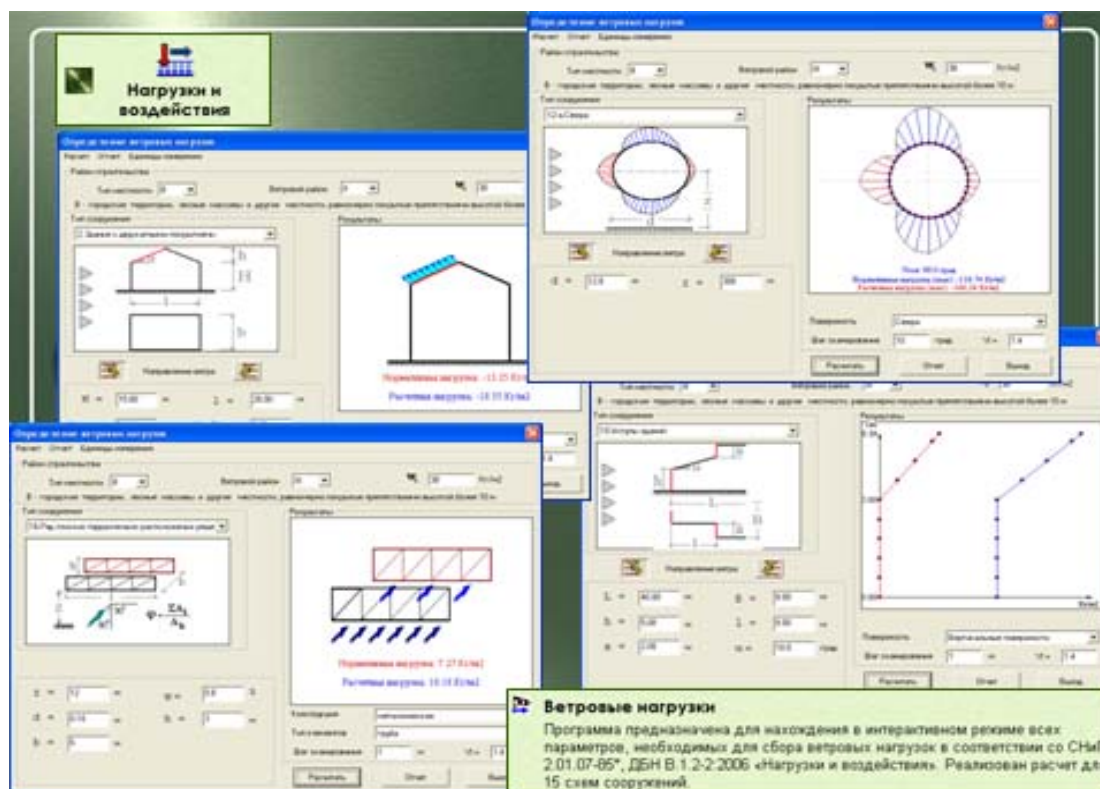
Расчет сечений:

Расчет сечений элементов

Программа предназначена для подбора и проверки сечений (33 наименований) металлических элементов в соответствии с различными нормативными документами.

Профиль	Идентификатор	Свойства	Свойства	Свойства	Свойства	Свойства
И-100	И-100	И-100	И-100	И-100	И-100	И-100
И-125	И-125	И-125	И-125	И-125	И-125	И-125
И-150	И-150	И-150	И-150	И-150	И-150	И-150
И-175	И-175	И-175	И-175	И-175	И-175	И-175
И-200	И-200	И-200	И-200	И-200	И-200	И-200
И-225	И-225	И-225	И-225	И-225	И-225	И-225
И-250	И-250	И-250	И-250	И-250	И-250	И-250
И-275	И-275	И-275	И-275	И-275	И-275	И-275
И-300	И-300	И-300	И-300	И-300	И-300	И-300
И-350	И-350	И-350	И-350	И-350	И-350	И-350
И-400	И-400	И-400	И-400	И-400	И-400	И-400
И-450	И-450	И-450	И-450	И-450	И-450	И-450
И-500	И-500	И-500	И-500	И-500	И-500	И-500
И-550	И-550	И-550	И-550	И-550	И-550	И-550
И-600	И-600	И-600	И-600	И-600	И-600	И-600
И-650	И-650	И-650	И-650	И-650	И-650	И-650
И-700	И-700	И-700	И-700	И-700	И-700	И-700
И-750	И-750	И-750	И-750	И-750	И-750	И-750
И-800	И-800	И-800	И-800	И-800	И-800	И-800
И-850	И-850	И-850	И-850	И-850	И-850	И-850
И-900	И-900	И-900	И-900	И-900	И-900	И-900
И-950	И-950	И-950	И-950	И-950	И-950	И-950
И-1000	И-1000	И-1000	И-1000	И-1000	И-1000	И-1000

Нагрузки:



8. Лекция 8. Технологии управления проектами в строительстве

Основные цели:

1. Изучить основные понятия, методы и процессы управления проектами.
2. Изучить этапы компьютерного моделирования процессов управления проектами.

Актуальность данной темы определяется тем, что современный этап перехода к новому типу экономики predetermined необходимость пересмотра деятельности строительных компаний по организации управления строительством объектов недвижимости.

В настоящее время их функционирование осуществляется в рамках инвестиционного портфеля, что обуславливает необходимость самостоятельного поиска инвесторов, тщательной оценки каждого проекта, формирования взаимовыгодных альянсов с партнерами по бизнесу, поиска эффективных инструментов продвижения своего товара на рынок жилья и прочее.

Для реализации проектов в строительстве характерно наличие большого количества участников, находящихся на разных уровнях управления – таких, как заказчик-инвестор, заказчик-застройщик, генеральный подрядчик, подрядчик. Перед каждым из них стоят специфические задачи, которые находят свое отражение в системах управления строительными проектами.

Проблема, с которой столкнулись в настоящее время руководители инвестиционной - строительных организаций – это переход от управления строительством к **управлению проектом строительства** объектов недвижимости. Отличия весьма существенные.

Управление строительством – это управление процессом по созданию объекта в соответствии с проектно-сметной документацией и надлежащего качества.

Инвестиционные строительные проекты, как правило, связаны с более высокими рисками, по сравнению с проектами в других отраслях экономики. Эта закономерность определяется, в первую очередь, такими особенностями строительного производства как длительность инвестиционного цикла, масштабность и единичный характер проектов. Протяженность строительного производства во времени повышает степень неопределенности и затрудняет прогноз стоимости и сроков строительства. Отклонение конечной стоимости строительства или превышение плановых сроков снижают рентабельность проектов или переводят проекты в разряд убыточных. В настоящее время повышение инвестиционной привлекательности строительства за счет уменьшения сроков является одной из важнейших задач управления строительными проектами.

Одним из путей повышения эффективности управления сроками и стоимостью строительства в мировой практике является внедрение подхода **«управление проектами» (project management)**. Отличительными чертами данного подхода являются: концентрация ответственности за выполнение проекта в одном органе; параллельное проектирование и строительство; использование математических методов и информационных технологий для анализа вариантов реализации и оптимизации сроков и стоимости проектов.

В настоящее время практически не применяется данный подход и слабо развита услуга «управление строительными проектами».

Управление проектом строительства объектов недвижимости – это комплекс взаимосвязанных мероприятий и управленческих решений по созданию жилого комплекса с развитой инфраструктурой, в наивысшей степени отвечающего потребительским предпочтениям, в рамках установленных ограничений по срокам, бюджету и качеству. Поскольку проекты имеют коммерческий характер, то основной целью является получение прибыли. И все действия по управлению направлены не только на процесс возведения жилого объекта, но и должны быть подчинены целям прироста капитала.

Объект исследования - процесс управления проектами в строительном бизнесе.

Предмет исследования - система управления проектами.

Цель - проанализировать процесс управления проектами в строительном бизнесе.

8.1. Основные понятия управления проектами

Проектом называется совокупность распределенных во времени мероприятий или работ, направленных на достижение поставленной цели. Примерами проектов являются строительство зданий, комплексов, предприятий, освоение выпуска нового вида продукции, проведение модернизации производства, разработка программного продукта и т.д.[15].

Проект обладает определенными **свойствами**.

1. Проект всегда имеет четко определенную цель, которая выражается в получении некоторого результата. Достижение этого результата означает успешное завершение и окончание проекта. Например, для проекта строительства здания результатом является само здание, принятое в эксплуатацию.
2. Проект имеет четко очерченное начало, которое совпадает с началом первой работы, направленной на достижение поставленной цели. Начало может задаваться директивно, либо рассчитываться в результате составления плана работ по проекту.
3. Проект имеет четко очерченный конец, который совпадает с концом последней работы, направленной на получение заданного результата. Как и начало, конец проекта может задаваться директивно, или рассчитываться при составлении плана работ. Например, для проекта строительства здания конец проекта совпадает с датой акта сдачи/приемки его в эксплуатацию.
4. Проект исполняется командой, в состав которой входит руководитель проекта, менеджеры, исполнители. Помимо основной команды в нем могут участвовать сторонние исполнители, команды и организации, которые привлекаются на временной основе для выполнения отдельных работ.
5. При реализации проекта используются материальные ресурсы. Их номенклатура и количество определяются характером проекта и входящих в него работ. Так при строительстве дома используются песок, щебень, цемент, кирпич и т.п.
6. Проект имеет бюджет. Стоимость проекта складывается из стоимости израсходованных материальных ресурсов, затрат по оплате труда реализующей его команды и прочих расходов, связанных с особенностями конкретных видов работ.
7. Проект имеет ограничения трех видов.
 - Ограничения по бюджету устанавливают предельную стоимость всего проекта или отдельных видов работ.
 - Ограничения по времени задают предельные сроки окончания либо всего проекта, либо некоторых работ. Например, тестовые испытания должны проводиться в присутствии представителя заказчика, который будет присутствовать в заданный период времени.

- Ограничения по ресурсам определяются ограниченным составом команды или графиками поступления материальных ресурсов.

Жизненный цикл проекта – это промежуток времени между моментами его начала и завершения. Он делится на четыре фазы.

1. Концептуальная фаза. Включает формулирование целей, анализ инвестиционных возможностей, обоснование осуществимости (технико-экономическое обоснование) и планирование проекта.
2. Фаза разработки проекта. Включает определение структуры работ и исполнителей, построение календарных графиков работ, бюджета проекта, разработку проектно-сметной документации, переговоры и заключение контрактов с подрядчиками и поставщиками.
3. Фаза выполнения проекта. Включает работы по реализации проекта, в том числе строительство, маркетинг, обучение персонала и т.п.
4. Фаза завершения проекта. Включает в общем случае приемочные испытания, опытную эксплуатацию и сдачу проекта в эксплуатацию.

Результат проекта – это некоторая продукция или полезный эффект, создаваемые в ходе реализации проекта. В качестве результата, в зависимости от цели проекта, могут выступать: научная разработка, новый технологический процесс, программное средство, строительный объект, реализованная учебная программа, реструктурированная компания, сертифицированная система качества и т.д. Об успешности проекта судят по тому, насколько его результат соответствует по своим затратным, доходным, инновационным, качественным, временным, социальным, экологическим и другим характеристикам запланированному уровню.

Управляемыми параметрами проекта являются:

1. объемы и виды работ;
2. стоимость, издержки, расходы по проекту;
3. временные параметры, включающие сроки, продолжительности и резервы выполнения работ и этапов проекта, а также взаимосвязи между работами;
4. ресурсы, требуемые для осуществления проекта, в том числе человеческие или трудовые, финансовые, материально-технические, а также ограничения по ресурсам;
5. качество проектных решений, применяемых ресурсов, компонентов проекта и прочее.

Задачами управления проектом являются:

1. определение цели проекта и проведение его обоснования;
2. создание структуры проекта (подцели, основные этапы работы, которые предстоит выполнить);
3. определение необходимых объемов и источников финансирования;

4. подбор команды исполнителей, подготовка и заключение контрактов со сторонними исполнителями;
5. определение сроков выполнения проекта;
6. составление графика его реализации;
7. расчет необходимых для проекта материальных ресурсов, заключение контрактов с поставщиками;
8. расчет сметы и бюджета проекта;
9. планирование и учет рисков;
10. обеспечение контроля за ходом выполнения проекта.

Управление проектом – это процесс планирования, организации и управления работами и ресурсами, направленный на достижение поставленной цели, как правило, в условиях ограничений на время, имеющиеся ресурсы или стоимость работ.

Управление проектом состоит из трех основных этапов:

1. формирование плана проекта;
2. контроль за реализацией плана и оперативная его коррекция;
3. завершение проекта.

На первом этапе осуществляется обоснование проекта, составляется перечень работ и имеющихся ресурсов, производится распределение ресурсов по работам и оптимизация плана по критериям времени завершения проекта, суммарной стоимости проекта, равномерного распределения ресурсов, минимизации рисков. Здесь же производится заключение всех необходимых договоров со сторонними исполнителями, подрядчиками и поставщиками. Второй этап предполагает контроль выполнения проекта с целью своевременного выявления и устранения наметившихся отклонений от первоначального плана. При значительных отклонениях первоначальный план перерабатывается и составляется новый. Завершение проекта означает выполнение определенных регламентированных действий, необходимых для завершения и прекращения работ по проекту. Например, подписание акта приемки/сдачи выполненных работ.

В настоящее время для автоматизированного управления проектами используется методология сетевого планирования и управления. Эта методология была разработана в 1956 г. специалистами фирм "Дюпон" и "Ремингтон Ред" М.Уолкером и Д.Келли для проекта по модернизации заводов фирмы "Дюпон". Впечатляющим результатом ее использования является проектирование корпорацией "Локхид" ракетной системы "Поларис" для оснащения подводных лодок ВМС США. В результате применения методов сетевого планирования работы были выполнены на два года раньше намеченного срока! Одним из примеров успешного применения этого метода в России является восстановление храма Христа Спасителя в Москве.

Сетевое планирование и управление состоит из структурного и календарного планирования и оперативного управления.

Структурное планирование заключается в разбиении проекта на этапы и работы, оценки их длительности, определении последовательности их выполнения. Результатом структурного планирования является сетевой график работ, который используется для оптимизации проекта по длительности.

Календарное планирование заключается в составлении временной диаграммы работ и распределении между работами трудовых ресурсов (исполнителей). Результатом календарного планирования является диаграмма Ганта, графически отображающая периоды выполнения работ на оси времени. На этом этапе может выполняться оптимизация ресурсов и бюджета проекта.

Оперативное управление состоит в регулярном сопоставлении фактического графика работ с плановым. Результатом серьезных отклонений является принятие решений об изменении первоначального структурного или календарного плана.

8.2. Обзор систем управления проектами

Системы управления проектами образуют отдельный сектор программного обеспечения. Появление подобных систем способствовало преобразованию искусства управления проектами в науку, в которой имеются четкие стандарты, методы и технологии [15, 16].

1. Стандарт, разработанный Институтом управления проектами (*Project Management Institute*) принят в качестве национального стандарта в США (стандарт ANSI).
2. Стандарт по качеству в управлении проектами ISO 10006.

Применение этих технологий способствует своевременной реализации проектов в рамках выделенных бюджетов и с требуемым качеством.

Системы управления проектами используются для решения следующих основных задач:

1. Структуризация и описание состава и характеристик работ, ресурсов, затрат и доходов проекта.
2. Расчет расписания исполнения работ проекта с учетом всех имеющихся ограничений.
3. Определение критических операций и резервов времени для исполнения других операций проекта.
4. Расчет бюджета проекта и распределение запланированных затрат во времени.
5. Расчет распределения во времени потребности проекта в основных материалах и оборудовании.
6. Определение оптимального состава ресурсов проекта и распределения во времени их плановой загрузки.
7. Анализ рисков и определение необходимых резервов для надежной реализации проекта.
8. Определение вероятности успешного исполнения директивных показателей.
9. Ведение учета и анализ исполнения проекта.

10. Моделирование последствий управленческих воздействий с целью принятия оптимальных решений.
11. Ведение архивов проекта.
12. Получение необходимой отчетности.

На рынке в настоящее время наиболее популярными являются несколько систем управления проектами.

Microsoft Office Project 2007 – это комплексное решение корпорации Microsoft по управлению корпоративными проектами, которое позволяет управлять проектами любой сложности и включает в себя семейство следующих программных продуктов:

1. **MS Office Project Standart** – пакет начального уровня для управления простыми проектами;
2. **MS Office Project Professional** – пакет для профессионального управления проектами любой сложности на любом уровне управления;
3. **MS Office Project Server** – серверный продукт, который используется для взаимодействия менеджеров проекта при управлении распределенными проектами;
4. **MS Office Project Web Access** – веб-интерфейс MS Project, позволяющий участникам проектов получить доступ к проектной информации через Internet Explorer.

Spider Project Professional (также существуют версии Desktop и Lite, разработчик "Технологии управления Спайдер") - пакет управления проектами, спроектированный и разработанный с учетом практического опыта, потребностей, особенностей и приоритетов Российского рынка. Этот пакет - единственная отечественная разработка среди популярных в России систем управления проектами.

Данный пакет в отличие от западных аналогов, имеет следующие особенности:

1. встроенная система анализа рисков и управления резервами по срокам и стоимости работ;
2. возможность создания, хранения и включения в проекты типовых фрагментов проектов;
3. оптимизированная для российских условий организация групповой работы и мультипроектного управления.

Программные продукты компании Primavera Inc:

1. **Primavera Project Planner Professional** – профессиональная версия, предназначенная для автоматизации процессов управления проектами в соответствии с требованиями PMI (Project Management Institute) и стандартами ISO. В первую очередь этот пакет предназначен для использования в составе корпоративной информационной системы, хотя вполне может работать и автономно, помогая решать задачи календарно-сетевого планирования, определения критического пути, выравнивания

ресурсов, и других задач моделирования проектов, групп проектов, портфелей и программ.

2. **SureTrack Project Manager** ориентирован на контроль выполнения небольших проектов или фрагментов крупных проектов. Может работать как самостоятельно, так и совместно с Project Planner в корпоративной системе управления проектами.

Open Plan (разработчик Welcom Software Technology, сейчас Deltek) обеспечивает полномасштабное мультипроектное управление, планирование по методу критического пути и оптимизацию использования ресурсов в масштабах предприятия. Может эффективно использоваться на всех уровнях контроля и управления проектами – от высшего руководства и менеджеров проектов, до начальников функциональных подразделений и рядовых исполнителей.

Open Plan позволяет руководителям разного уровня выполнять следующие функции:

1. создавать оперативные планы проектов с учетом различных ограничений;
2. определять уровень приоритетности проектов;
3. задавать относительную степень важности проектов для распределения ресурсов;
4. минимизировать риски;
5. проводить анализ хода выполнения работ.

Welcom предлагает использовать профессиональную и "облегченную" версию продукта в совокупности (OpenPlan Professional + OpenPlan Desktop), так как они полностью интегрированы.

Для создания **компьютерной модели** проекта с использованием одной из упомянутых систем, необходимо проделать следующие шаги:

1. Укрупненно описать проект – создать иерархическую структуру работ.
2. Задать, какие составляющие стоимости будут использованы для финансового анализа и управления проектом.
3. Составить перечень операций (работ, задач) проекта и задать их характеристики.
4. Составить перечень ресурсов проекта и задать их характеристики,
5. Задать взаимосвязи (ограничения на порядок исполнения) операций проекта.
6. Назначить ресурсы на исполнение операций проекта.
7. Назначить стоимости операциям, ресурсам и назначениям проекта.
8. Задать ограничения на финансирование, поставки, сроки исполнения операций.
9. Составить расписание исполнения работ проекта с учетом всех ограничений.
10. Оптимизировать состав используемых ресурсов.
11. Определить бюджет и распределение во времени плановых затрат проекта.
12. Определить и промоделировать риски и неопределенности.

13. Определить необходимые резервы, стоимости и потребности в материалах для исполнения запланированных показателей с заданной надежностью.
14. Представить плановую информацию руководству и исполнителям.

В процессе исполнения проекта данные системы позволяют:

1. Вести учет.
2. Анализировать отклонения исполнения от запланированного.
3. Прогнозировать будущие параметры проекта.
4. Моделировать управленческие воздействия.
5. Вести архивы проекта.

8.3. Контрольные вопросы

1. *Что такое проект?*
2. *Какими свойствами обладает проект?*
3. *Что такое жизненный цикл проекта и каковы его фазы?*
4. *Что является результатом проекта?*
5. *Какие параметры проекта выступают в качестве управляемых?*
6. *Какие задачи решаются при управлении проектом?*
7. *Что понимается под управлением проектом и каковы его основные этапы?*
8. *Каковы составляющие сетевого планирования и управления?*
9. *Для решения каких задач используются системы управления проектами?*
10. *Какие системы управления проектами распространены на российском рынке программного обеспечения?*
11. *Какие шаги следует проделать, чтобы создать компьютерную модель проекта?*
12. *Какие средства контроля исполнения проекта имеют системы управления проектами?*

Заключение

Использование компьютерных технологий в строительстве имеет широкие перспективы, учитывая объемы строительства, потоки информации, и множественность участников этого процесса.

Развертывание компьютерных технологий является одним из эффективных способов преодоления проблем использования решений на строительных объектах.

Автоматизация строительного предприятия приводит к повышению эффективности бизнеса, его конкурентоспособности, стратегической координации всех сторон бизнеса. Она так же способствует оптимизации бизнеса, в том числе объединению возможностей управления деятельностью, трудовыми ресурсами и информационными технологиями для комплексного улучшения результатов работы.

Учитывая преимущества, которые дает внедрение компьютерных технологий, все большее количество строительных компаний стремятся автоматизировать не только учет хозяйственных операций, проектирование, но и управление бизнес-процессами. В ответ на возрастающий спрос со стороны потребителей возрастает и количество разнообразных программных продуктов, предлагаемых различными фирмами-разработчиками. Кроме того, появление новых западных систем и дальнейшее развитие отечественных разработок делает рынок компьютерных технологий более насыщенным.

Некоторые аналитики предсказывают в скором будущем пик интереса к компьютерным системам управления предприятием. Многие из этих программных продуктов обладают сходными характеристиками, что в свою очередь ставит вопрос перед предприятием о выборе наиболее подходящей корпоративной информационной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системы автоматизированного проектирования. Учеб. пособие для вузов. под ред. И.П. Норенкова. М.: Высш. шк., 1986.
2. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. М.: Мир, 1991 г.
3. Разработка САПР. В 10-ти кн. Под редакцией А.В.Петрова. М.: Высш. шк., 1990.
4. Семенов А., Габитов А.И. Проектно-вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Часть II. Применение при расчете железобетонных конструкций в курсовом и дипломном проектировании: Учебное пособие. М: Изд-во СКАД СОФТ, 2011, 280 с.
5. Гиренко В., Криксунов Э. З., Перельмутер А. В., Перельмутер М. А., Фиалко С.Ю. и др. SCAD Office. Электронные справочники. Москва: Изд-во СКАД СОФТ, 2008, 108 с.
6. Баженов А., Криксунов Э. З., Перельмутер А. В., Шишов О. В., Информатика. Информационные технологии в строительстве. Системы автоматизированного проектирования. (Учебник для студентов высших учебных заведений) К.:, Изд-во "Каравела", 2004 (на укр. языке).
7. Сайты САПР для проектирования: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: www.acad.ru
8. Сайт программы SCAD Office: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: www.scadsoft.ru
9. Барабаш М.С. Компьютерные технологии в строительстве: Учебное пособие. Киев: НАУ, 2008, 172с.
10. Городецкий А. С., Шмуклер В. С., Бондарев А. В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. Харьков: НТУ "ХПИ", 2003, 889с.
11. Сайт программ ЛИРА-САПР, ЭСПРИ: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.liraland.ru>
12. Сайт программы Base: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.basegroup.su/>
13. Журнал «САПР и ГРАФИКА».
14. Калянов Г. К. CASE — структурный системный анализ. М.: Лори, 1996.
15. Богданов В В. Управление проектами в Microsoft Project 2007. Учебный курс. Санкт-Петербург: Питер, 2007 г.
16. Карл Четфилд, Тимоти Джонсон. Microsoft Office Project 2007. Шаг за шагом. Москва: ЭКОМ, 2007 г.
17. ГОСТ 23501.101—87. «Системы автоматизированного проектирования» Основные положения.
18. ГОСТ 23501.108-85. «Системы автоматизированного проектирования» Классификация и обозначение.
19. ГОСТ 24.104-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Шаповалов Анатолій Леонідович
Гринчак Микола Васильович
Кузьмичова Катерина Володимирівна

Конспект лекцій з дисципліни **“Інформаційні технології в проектуванні”**
(для студентів 5 курсу спеціальності 7.06010101 – «Промислове і цивільне
будівництво» денної та заочної форм навчання)

(рос.мовою)

Відповідальний за випуск *М. І. Самойленко*

За авторською редакцією

Комп’ютерне верстання *К. В. Кузьмичова*

План 2011, поз. 194Л

Підп. до друку 29.11.2011	Формат 60x84 /16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Ум.-друк. арк. 2,4	
Зам. №	Тираж 30 прим.	

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12. 05. 2011 р.