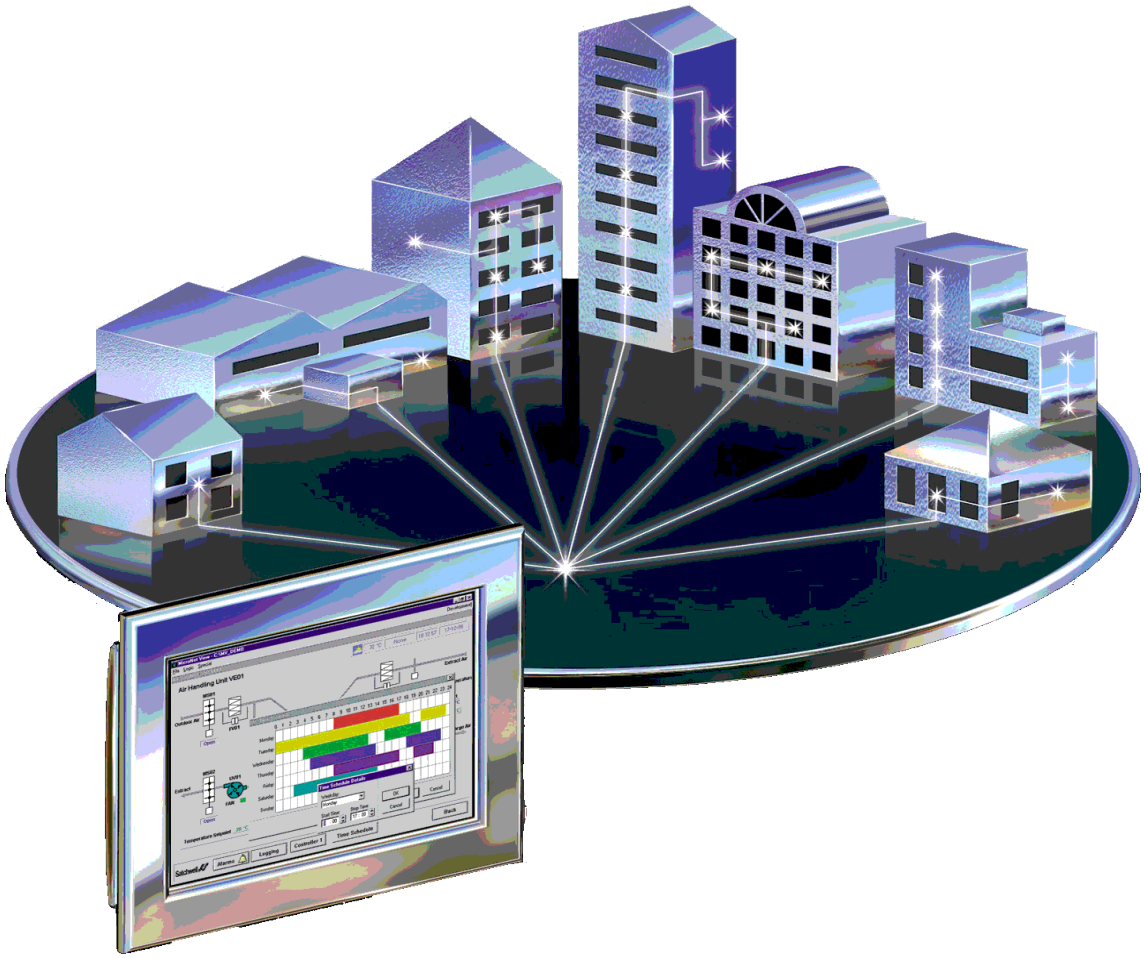
Государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение Самарской области
«Тольяттинский индустриально-педагогический колледж»

Курс лекций по дисциплине «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ»

Автор: Гусарова С.А.



Тольятти 2018

Содержание

Введение…….. 3
1 Теоретические основы автоматики. Структура АСУ ТП ……... 4
2 Основные понятия об автоматизированных системах управления ……. 8
3 Классификация автоматизированных систем управления……. 10
4 Подсистема технического обеспечения: назначение, содержание, исследование…… 12
5 Информационное обеспечение и его состав. Информационные потоки…….. 14
6 Проблемы и задачи при внедрении автоматизированных систем управления… 18
7 Автоматизированные системы управления технологическим процессом…….. 22
8 Информационные системы управления, производства и проектирования …….. 25
9 Основы автоматизированного проектирования объектов строительства……. 31
10 Системы автоматизированного проектирования…….. 36
11 Специализированные системы и программы в строительном проектировании…….. 40
12 Структура и технологии работы программ автоматизации проектирования в строительстве……... 46
13 Системы для расчета и проектирования строительных конструкций……... 51
14 Технологии управления проектами в строительстве……. 64
Список использованной литературы…… 68

Введение

Автоматизированные системы управления обладают множеством достоинств. Однако при их внедрении не стоит забывать и про недостатки. Чтобы АСУ принесли максимум плюсов и минимум минусов, необходимо:

Перед тем, как осуществлять проект внедрения нужно максимально формализовать его цели (компактность, большая точность и однозначность);

Никогда не стоит жертвовать стадией предпроектного анализа. Необходимо привлекать профессиональных консультантов для обследования предприятия и постановки задач менеджмента. Затраты непременно окупятся. Но стараться иметь дело при этом с солидными компаниями, так как, к сожалению, кроме консультантов, существуют еще и псевдоконсультанты;

Нужно старательно подходить к выбору программного обеспечения для построения КИС, так как ошибки дорого обходятся; стараться посмотреть как можно больше систем, и посмотреть их "живьем", а не по маркетинговым материалам разработчиков. Не стоит пытаться разрабатывать систему силами своих программистов. Готовые системы разрабатываются специализированными коллективами на протяжении многих лет и имеют реальную себестоимость гораздо выше продажной цены – известный парадокс характерный для программных и интеллектуальных продуктов;

Необходимо установить высокий приоритет процессу внедрения системы, среди остальных организационных и коммерческих процессов, наделить высокими полномочиями руководителя проекта;

Нужно создать среди всех сотрудников предприятия атмосферу неотвратимости внедрения и стараться организационными мерами повысить темп освоения новых технологий;

Необходимо помнить, что внедрение системы как ремонт – его невозможно закончить, можно лишь прекратить. Так что внедрение, по сути, никогда не закончится, система должна все время совершенствоваться в процессе своей промышленной эксплуатациями вместе с прогрессом информационных технологий и методологий управления деятельностью вашего предприятия.

1 Теоретические основы автоматики. Структура АСУ ТП

Термин ***автоматизация*** происходит от греческого слова «автоматос», что в переводе означает самодействующий. Под автоматизацией (автоматическим управлением) понимается осуществление какого-либо технологического процесса с использованием соответствующих технических средств без непосредственного участия человека.

Автоматика и автоматизация производственных процессов в строительстве в настоящее время базируется на элементной базе, содержащей электрические, электромеханические, магнитные, гидравлические и другие устройства. На базе использования мини - и микро - ЭВМ, микропроцессорной техники, роботов и манипуляторов стало возможным внедрение самонастраивающихся и самообучающихся автоматических систем, реализующих сложные законы управления. Это позволяет создавать **системы автоматического управления (САУ)** для работы в условиях труднопредсказуемых и не поддающихся формализованному описанию возмущений.

Наряду с автоматическими системами , в сферу управления строительным производством с середины 60-х годов стали внедряться **автоматизированные системы управления** — организационно-технические («человеко-машинные») системы, обеспечивающие эффективное функционирование объектов, в которых сбор и переработка информации, необходимой для реализации функций управления, осуществляется с применением средств автоматизации и вычислительной техники. *Техническую основу таких систем управления* ***составляют ЭВМ***, а *теоретическую — экономико-математические методы,* позволяющие определять условия оптимального (наилучшего в оговоренных рамках) управления сложными объектами и процессами.

Применительно к задачам автоматизации производственных процессов автоматизированное управление осуществляется с помощью **автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП)**, в которых состояние технологического процесса и технологического объекта анализируется с использованием ЭВМ. Автоматизированное управление осуществляется с участием людей, а технические средства системы управления, в том числе ЭВМ, являются мощным инструментом, многократно усиливающим возможности человека.

Высшая форма автоматизации в настоящее время реализуется с помощью **гибких производственных систем (ГПС),** создающих реальные предпосылки для перехода к безлюдной технологии, для существенного повышения эффективности современного промышленного производства.

Строительство как отрасль народного хозяйства, предприятия стройиндустрии (ПСИ)

Стройиндустрия состоит из таких подотраслей как:

1) переработка нерудных строительных материалов с целью получения компонентов (заполнителей) для сырья других последующих подоотраслей,
2) бетонного, железобетонного производства,
3) цементного производства,
4) кирпичного и керамического производства,
5) асфальтобетонное производство,
6) асбестоцементное,
7) стекольное и др.

Каждое предприятие стройиндустрии – совокупность ряда потоков: сырья, материалов, энергии, трудовых и финансовых ресурсов, транспортных средств, технологической и экономической информации. Производственный процесс предприятия подвергается случайным внешним и внутренним воздействиям, с колебаниями потоков энергии, количества и качества сырья изменением параметров оборудования и метеоусловий . Таким образом, структура предприятия как динамическая система может быть представлена в таком виде:

На **входы предприятия** подаются различные ***ресурсы*** (трудовые и финансовые, сырье, материалы и энергия и информационное воздействие в виде технологических и экономических требований, регламентирующих ход и конечный результат производственного процесса).

Одновременно на производственный процесс воздействуют возмущения, которые хотя и носят случайный характер, но приводят к отклонению параметров технологических процессов за установленные пределы и тем ухудшают качество продукции . На **выходе из предприятия** готовая ***продукция*** должна отвечать заданным технологическим и экономическим требованиям, что достигается с помощью автоматической системы управления, устраняя вредное воздействие возмущений.

Основные **виды продукции** предприятий стройиндустрии:

1) бетонные и железобетонные изделия и конструкции,

2) металлические изделия и конструкции, деревянные и асбестоцементные изделия, стекло, щебень, кирпич, керамзит и др.

Характеристика производственных процессов предприятий стройиндустрии.

Работа каждого предприятия основана на производственных процессах, состоящих из ***технологических процессов, вспомогательных процессов и процессов управления***.

Технологические процессы – основные на промышленных предприятиях, в результате которых происходят механическая, тепловая, химическая и др. виды обработки материалов, т.е. физические или химические изменения продукции. Каждый технологический процесс осуществляется, как правило, на определенном, наиболее эффективном для данного процесса оборудовании.

Технологические процессы бывают:

1) ***непрерывные*** – процессы, для которых характерна непрерывная подача и перемещение материалов (от начальной стадии поступления материала или сырья в производство до выхода обработанной или готовой продукции) а также тепловая обработка материалов в потоке. Пример непрерывного процесса – процесс помола сырья в сырьевой смеси, процесс помола во вращающейся печи при производстве цемента. Преобладают на предприятиях стекольной и цементной отраслей.

2) ***периодические*** – процессы, при которых обработка материалов осуществляется в аппаратах периодического действия. Примером могут служить отдельные участки производства асбестоцементных труб, керамических и стеновых материалов.

Вспомогательные процессы: транспортные, преобразования энергии и т.п. В зависимости от необходимости во вспомогательных процессах используется различное оборудование: насосы, транспортеры, дозаторы.

Контроль и управление производственными процессами – обеспечивает своевременный выпуск продукции заданного качества. В его задачи входит – стабилизация технологических параметров и решение вопросов оптимизации процессов с учетом экономических требований.

Все производственные процессы характеризуются **параметрами:**

1) ***временные*** – дают представление о времени прохождения продукции или партии продукции при ее обработке на отдельных стадиях процесса;

2) ***пространственные*** – определяют местонахождение единицы или партии продукции в технологическом потоке, в бункерах, складах и т.д. Временные и пространственные параметры рассчитываются и определяются технологическим режимом, который должен выдерживаться.

3) ***технологические параметры*** – параметры, определяющие условия протекания производственного процесса. Ими выступают давление, расход, уровень, температура, влажность, химический состав и т.д.

Уровни автоматизации предприятий стройиндустрии в развитии любого производственного процесса можно выделить **три основных стадии:**

1) ***механизация процесса***, заключающаяся в замене во всех звеньях производства ручного труда машинным;

2) введение в процесс ***непрерывности*** (поточности);

3) ***автоматизация процессов –*** частичная, полная, комплексная.

Механизация облегчает физический труд, а **автоматизация –** умственный труд человека.

Классификация систем автоматизации

Система автоматического контроля. *Контроль* – проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям. Он обеспечивает с помощью контрольно-измерительных приборов непрерывное показание и регистрацию технологических параметров технологических процессов. Контроль бывает:

1) межоперационный (промежуточный),
2) операционный,
3) послеоперационный,
4) окончательный.

Система автоматического контроля разделяют на *одноточечные*, когда сигнал датчика не подвергается обработке и поступает непосредственно на устройство отображения, и *многоточечные* – сигнал датчика как правило подвергается обработке перед подачей на устройство отображения. Многоточечная система разделяется на обегающие – автоматические системы осуществляют циклический опрос датчиков в заданной последовательности, 2) системы с произвольной выборкой сигналов – оператор сам выбирает точки подключения и периодически осуществляет контроль в определенных точках.

Системы автоматического регулирования обеспечивает поддержание параметров технологических процессов на постоянном уровне или по заданному закону (задающему воздействию).

В зависимости от характера изменения во времени задающих воздействий системы автоматического регулирования делятся на:

1) системы автоматической стабилизации – задающее воздействие – величина постоянная,
2) системы программного регулирования – воздействие изменяется по заранее заданной программе,
3) следящие системы – задающее воздействие – произвольная, заранее не определенная функция времени.

Системы автоматического управления обеспечивает включение агрегатов при достижении предельно допустимых значений параметров технологического процесса (защита техпроцесса). Также выполняют функцию блокировки – взаимосвязывание отдельных элементов системы.

Сигнализация нарушения технологического режима. Контрольная – отражает состояние процесса или аппарата (включен или выключен). Аварийная – извещает об аварийном состоянии установки.

Задачи автоматизации:

1) увеличение производительности и оптимизации загрузки оборудования,
2) повышение качества продукции за счет соблюдения технологических процессов,
3) обеспечение безопасности условий труда,
4) увеличение коэффициента использования материала.

Выделяют **этапы автоматизации:**

1) частичная автоматизация – автоматизируется работа отдельных машин и механизмов (в первую очередь автоматизируются основные технологические операции),
2) комплексная автоматизация (автоматизируются как основные, так и вспомогательные операции, при этом контроль за работой отдельных операций технологического процесса осуществляется с помощью автоматических линий). Автоматическая линия – автоматическая система машин, расположенных в технологической последовательности и объединенных средствами транспортировки, управления, автоматически выполняющих весь комплекс операций, кроме наладки.
3) полная автоматизация – создаются автоматические участки, цеха, заводы с широким использованием ЭВМ, АСУТП и гибких роботизированных комплексов.

В практике разработки и внедрения систем автоматизации ***технологических процессов на предприятиях промышленности стройматериалов*** сложилось понятие о **трех уровнях автоматизации:**

1) низший уровень автоматизации предусматривает автоматический контроль и регулирование отдельных параметров процесса (агрегата), дистанционное управление исполнительными механизмами (со щита управления агрегатом), сигнализацию отклонения

параметров от нормы и т.д. Выбор средств автоматизации в этом случае обусловлен необходимостью решения задачи стабилизации процесса по обеспечению поддержания параметров процессов в заданных пределах,

2) средний уровень автоматизации имеет место в условиях, когда применяются более сложные системы автоматизации, с помощью которых достигается большая эффективность ведения процессов. Для многих процессов, например помола сырьевых материалов, в определенных случаях целесообразно применять экстремальное регулирование, которое обеспечит поддержание максимальной производительности помольного агрегата или регулирование по более сложным законам, например с коррекцией. В ряде случаев целесообразно предусматривать установку дополнительных средств автоматического контроля, а

3) высший уровень автоматизации предполагает разработку и применение автоматизированных систем управления технологическими процессами с использованием управляющих вычислительных машин.

Автоматизация и комплексная механизация технологического процесса позволяют:

1) облегчить условия работы людей;
2) повысить производительность труда;
3) улучшить качество продукции;
4) уменьшить расход материалов и энергетических ресурсов;
5) понизить себестоимость продукции.

2 Основные понятия об автоматизированных системах управления

Интенсивное усложнение и увеличение масштабов промышленного производства, развитие экономико-математических методов управления, внедрение ЭВМ во все сферы производственной деятельности человека, обладающих большим быстродействием, гибкостью логики, значительным объёмом памяти, послужили основой для разработки автоматизированных систем управления (АСУ), которые качественно изменили формулу управления, значительно повысили его эффективность. Достоинства компьютерной техники проявляются в наиболее яркой форме при сборе и обработке большого количества информации, реализации сложных законов управления.

АСУ – это, как правило, система «человек-машина», призванная обеспечивать автоматизированный сбор и обработку информации, необходимый для оптимизации процесса управления. В отличие от автоматических систем, где человек полностью исключён из контура управления, АСУ предполагает активное участие человека в контуре управления, который обеспечивает необходимую гибкость и адаптивность АСУ.

Рассмотрим упрощённую структурную схему переработки данных в АСУ (рис. 1). Цифрами обозначены этапы переработки данных. Из анализа схемы видно, что этапы 1, 2, 3, 4, 8, 9 в своём составе могут содержать много операций, которые не требуют творческого участия человека и, следовательно, могут быть выполнены техническими средствами. Этапы же 5, 6, 7 требуют творческого подхода к решению поставленных задач, этап 7 вообще не может быть осуществлён без участия человека, т.к. несёт в себе элемент правовой ответственности.

Поэтому следует говорить не о вытеснении человека из контура управления сложными системами, а о рациональном распределении функций управления между человеком и техническими средствами, освобождающем человека от решения рутинных задач и возлагающем на него задачи, решение которых требует творчества.

Существенными признаками АСУ является наличие больших потоков информации, сложной информационной структуры, достаточно сложных алгоритмов переработки информации. Общими свойствами и отличительными особенностями АСУ как сложных систем являются следующие:

наличие большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, причём изменение в характере функционирования какого-либо из элементов отражается на характере функционирования другого и всей системы в целом;

система и входящие в неё разнообразные элементы в подавляющем большинстве являются многофункциональными;

взаимодействие элементов в системе может происходить по каналам обмена информацией, энергией, материала и др.;

наличие у всей системы общей цели, общего назначения, определяющего единство сложности и организованности, несмотря на всё разнообразие входящих в неё элементов;

переменность структуры (связей и состава системы), обеспечивающий многорежимный характер функционирования;

взаимодействие элементов в системе и с внешней средой в большинстве случаев носит стохастический характер;

автоматизация имеет высокую степень, в частности широкое применение средств автоматики и вычислительной техники для гибкого управления и механизации умственного и ручного труда человека, работающего в системе;

управление в подавляющем большинстве систем носит иерархический характер, предусматривающий сочетание централизованного управления или контроля с автономностью её частей.

Рис 2.1- Упрощённая схема переработки информации в АСУ

3 Классификация автоматизированных систем управления

В зависимости от роли человека в процессе управления, форм связи и функционирования звена «человек-машина», оператором и ЭВМ, между ЭВМ и средствами контроля и управления все системы можно разделить на два класса:

Информационные системы, обеспечивающие сбор и выдачу в удобном виде информацию о ходе технологического или производственного процесса. В результате соответствующих расчётов определяют, какие управляющие воздействия следует произвести, чтобы управляемый процесс протекал наилучшим образом. Основная роль принадлежит человеку, а машина играет вспомогательную роль, выдавая для него необходимую информацию.

Управляющие системы, которые обеспечивают наряду со сбором информации выдачу непосредственно команд исполнителям или исполнительным механизмам. Управляющие системы работают обычно в реальном масштабе времени, т.е. в темпе технологических или производственных операций. В управляющих системах важнейшая роль принадлежит машине, а человек контролирует и решает наиболее сложные вопросы, которые по тем или иным причинам не могут решить вычислительные средства системы.

3.1 Информационные системы

Цель таких систем – получение оператором информации с высокой достоверностью для эффективного принятия решений. Характерной особенностью для информационных систем является работа ЭВМ в разомкнутой схеме управления. Причём возможны информационные системы различного уровня.

Информационные системы должны, с одной стороны, представлять отчёты о нормальном ходе производственного процесса и, с другой стороны, информацию о ситуациях, вызванных любыми отклонениями от нормального процесса.

Различают два вида информационных систем: информационно-справочные (пассивные), которые поставляют информацию оператору после его связи с системой по соответствующему запросу, и информационно-советующие (активные), которые сами периодически выдают абоненту предназначенную для него информацию.

В информационно справочных системах ЭВМ необходима только для сбора и обработки информации об управляемом объекте. На основе информации, переработанной в ЭВМ и предоставленной в удобной для восприятия форме, оператор принимает решения относительно способа управления объектом.

Системы сбора и обработки данных выполняют в основном те же функции, что и системы централизованного контроля и являются более высокой ступенью их организации. Отличия носят преимущественно качественный характер.

В информационно-советующих системах наряду со сбором и обработкой информации выполняются следующие функции:

определение рационального технологического режима функционирования по отдельным технологическим параметрам процесса;

определение управляющих воздействий по всем или отдельным параметрам процесса;

определение значений (величин) установок локальных регуляторов.

Данные о технологических режимах и управляющих воздействиях поступают через средства отображения информации в форме рекомендаций оператору. Принятие решений оператором основывается на собственном понимании хода технологического процесса и опыта управления им. Схема системы советчика совпадает со схемой системы сбора и обработки информации.

3.2 Управляющие системы

Управляющая система осуществляет функции управления по определённым программам, заранее предусматривающим действия, которые должны быть предприняты в той

или иной производственной ситуации. За человеком остаётся общий контроль и вмешательство в тех случаях, когда возникают непредвиденные алгоритмами управления обстоятельства. Управляющие системы имеют несколько разновидностей.

Супервизорные системы управления. АСУ, функционирующая в режиме супервизорного управления, предназначена для организации многопрограммного режима работы ЭВМ и представляет собой двухуровневую иерархическую систему, обладающую широкими возможностями и повышенной надёжностью. Управляющая программа определяет очередность выполнения программ и подпрограмм и руководит загрузкой устройств ЭВМ.

Системы прямого цифрового управления. ЭВМ непосредственно вырабатывает оптимальные управляющие воздействия и с помощью соответствующих преобразователей передаёт команды управления на исполнительные механизмы. Режим прямого цифрового управления позволяет применять более эффективные принципы регулирования и управления и выбирать их оптимальный вариант; реализовать оптимизирующие функции и адаптацию к изменению внешней среды и переменным параметрам объекта управления; снизить расходы на техническое обслуживание и унифицировать средства контроля и управления.

4 Подсистема технического обеспечения: назначение, содержание, исследование

Управление современным сложным высокомеханизированным производством может быть достаточно эффективным только при условии оснащении его разнообразной организационной и вычислительной техникой. Интенсивность современного производства и скоротечность многих технологических процессов, повышение требований к качеству продукции определяют объективную необходимость органического включения средств управления в процессе производства. Множественность связей между различными элементами и участками производства определяет необходимость оперативных контактов между ними, выбора наиболее рациональных направлений и форм связи и оснащения их эффективной техникой. Сложность принимаемых в процессе управления решений требует их многовариантной разработки и выбора наиболее эффективного варианта. Это существенно повышает объем и трудоемкость управленческих работ и становиться практически реальным только при использовании высокопроизводительной техники управления.

Огромные массивы регистрируемой, передаваемой и обрабатываемой информации потребовали бы неоправданных затрат труда, если бы в помощь человеку для этой цели не была бы подключена соответствующая техника. Хранение и обработка информации также нуждается в механизации. Скорость получения и обработки информации превращает ее запасы из ненужного архива данных в активное средство воздействия на управляемый объект.

В зависимости от решаемых управленческих задач могут быть задействованы следующие информационно-управленческие технологии:

сберегающие (экономят трудозатраты, материалы и финансовые ресурсы, но не оказывают существенное влияние на изменение состояния и уровня функционирования предприятия), в основном передающие информацию от источника к адресату без ответственности за суть передаваемой информации и ее использование адресатом;

рационализирующие (охватывают не только функции передачи, но и в определенной мере ответственны за использование информации);

творческие (выработка новых знаний, их передача, переработка, использование для усовершенствования объекта управления).

Таким образом, техническое оснащение системы управления является одним из существенных условий повышения качества управления и снижения затрат, связанных с ним.

Техническое оснащение процессов управления требует значительных капитальных вложений и вносит существенное изменения в содержание управленческого труда, предъявляя дополнительные требования к подготовке руководителей разных рангов и специалистов. Эффективность этих затрат в значительной мере зависит от организации всей работы по внедрению и эксплуатации техники управления. Технические средства управления включают разнообразные виды машин, механизмов, приборов и приспособлений.

Наличие даже значительного количества техники не может в полной мере характеризовать реальный уровень технической оснащенности управления, так как применение отдельных видов даже очень прогрессивной техники может происходить при небольшой ее загрузке. Техника может использоваться не по прямому назначению, может увеличиться трудоемкость ее обслуживания, в результате чего вырастают затраты по управлению без должных результатов. Кроме того, новая техника управления должна сопровождаться изменениями информационной системы, организации управленческого труда и квалификации кадров, организационной структуры аппарата управления. Совершенствование техники в отрыве от других элементов системы управления снижает ее эффективность и не создает реального технического обеспечения системы управления.

Под техническим обеспечением системы управления понимается оснащение процессов управления современными техническими средствами, соответствующими применяемым методам управления, материально-технической базе производства и методам его организации и сочетающимися со всеми остальными элементами системы управления.

Основными требованиями, предъявляемыми к техническому обеспечению управления, являются:

комплексность механизации и автоматизации процессов управления и отдельных видов работ;

пропорциональность производительности разных видов техники, связанной между собой процессом управления;

непрерывность использования технических средств и движения информационных потоков;

ритмичная работа техники и всех звеньев аппарата управления;

экономичность эксплуатации техники управления.

Эти черты технической базы управления характеризуют ее как систему определенным образом организованных технических средств.

Таким образом, можно сказать, что уровень технической оснащенности в значительной мере определяет всю систему организации управления.

Анализ технического обеспечения представляет собой один из центральных разделов общего анализа организации управления. Целью анализа организации технического обеспечения являются: оценка уровня механизации и автоматизации процессов управления и отдельных видов работ; определение степени комплексности оснащения процессов управления техникой; выявление соответствия технических средств характеру механизируемых процессов управления, т.е. рациональность ее использования; оценка использования наличной техники, выявление излишней техники и обоснование дополнительной потребности в ней.

Анализ технического обеспечения опирается на данные статистической отчетности и оперативного учета, которые особенно подробно характеризуют состав и использование вычислительной техники. При анализе технического оснащения широко применяется система показателей, характеризующих состояние, качественный состав и использование техники управления.

5 Информационное обеспечение и его состав. Информационные потоки

Важнейшая особенность процесса управления заключается в его информационной природе. В управляющей системе на основе тщательного изучения и анализа информации о задачах, которые ставит перед собой организация, о состоянии управляемого объекта, тенденциях его развития, о смежных производствах, научно-технических разработках о составе коллектива, формах организации его труда и т. д. создается информационная модель будущего состояния объекта и обосновываются условия и этапы ее реализации, т. е. принимаются решения по преобразованию объекта. Организация реализации принятых решений проводится через систему методов воздействия на работников с использованием информации о ходе выполнения принятых решений (обратная информация). Чем точнее и объективнее информация, находящаяся в распоряжении системы управления, чем полнее она отражает действительное состояние и взаимосвязи в объекте управления, тем обоснованнее поставленные цели и реальные меры, направленные на их достижение.

Так как руководитель в своей работе опирается на информацию о состоянии объекта и создает в результате своей деятельности новую командную информацию с целью перевода управляемого объекта из фактического состояния в желаемое, то информацию условно считают предметом и продуктом управленческого труда.

Информация как элемент управления и предмет управленческого труда должна обеспечить качественное представление о задачах и состоянии управляемой и управляющей систем и обеспечить разработку идеальных моделей желаемого их состояния.

Информационное обеспечение – это часть системы управления, которая представляет собой совокупность данных о фактическом и возможном состоянии элементов производства и внешних условий функционирования производственного процесса и о логике изменения и преобразования элементов производства. При характеристике информации в системе управления выделяются две ее части:

Первичные элементы информации (данные), которые могут быть присущи всем объектам определенного класса и различаются лишь количественным выражением;

Схемы классификационных связей, которые отражают логику изменений в производственном процессе и обосновывают направления преобразования информации (информационной модели).

Они в большей мере связаны со спецификой объекта. Это позволяет выделить два уровня характеристик информационного обеспечения:

- элементный, т. е. совокупность данных, характеристик, признаков;
- системный, т.е. воспроизводящий взаимосвязи и зависимости между классификационными группами информации, реализуемый в виде информационных моделей.

При элементной характеристике информации изучаются состав информации, форма и виды носителей, их номенклатура. При характеристике информационной системы исследуются движение информационных потоков, их интенсивность и устойчивость, алгоритмы преобразования информации и соответствующая этим объективным условиям схема документооборота.

Совокупность информации, регистрируемой, передающейся и перерабатывающейся в системе управления, должна отражать все разнообразие фактических и возможных состояний, наблюдаемых и регулируемых системой управления.

Характеризуя информацию как предмет труда в процессе управления, необходимо учесть ряд ее особенностей. Прежде всего, информация—это предмет труда длительного пользования. При использовании она не теряет своих потребительских свойств, хотя и входит в состав готового продукта (управленческого решения), составляя его субстанцию. Такая особенность информации предлагает определенную специфику ее формирования. Наибольший объем работ и затрат связан с первоначальным созданием информационных массивов — банков данных. В последующем данные этих банков периодически обновляются, корректируются, но продолжают использоваться.

Поскольку содержание банков данных может быть использовано для разных подсистем и даже разных объектов управления, они могут быть в значительной мере централизованы.

Информация относится к предметам труда особого рода также потому, что она способна к саморазвитию. Количественное накопление информации дает возможность более четко установить тенденцию развития управляемого объекта и выявить новые связи между отдельными классификационными группами информации. Это позволило в качестве одного из важнейших принципов построения информационной системы сформулировать получение максимума производной при минимуме исходной информации.

Старение информации в ряде случаев связано с потерей ее ценности для конкретных условий и целей, но она может быть омоложена и вновь приобретает ценность с изменением условий. Определенную полезность сохраняет даже ретроспективная информация как база для анализа динамики.

Информация должна быть подготовлена к использованию. В зависимости от степени ее подготовленности может быть выделена:

- первичная информация как набор данных, показателей, описывающих отдельные стороны процесса и его элементов;
- вторичная информация, прошедшая определенное упорядочение и классификацию для получения целесообразной производственной информации;
- информационные модели отдельных элементов и локальных процессов, описывающие статическое состояние объекта;
- информационные модели динамики, характеризующие изменение отдельных элементов и процессов;
- интегрированные информационные модели, описывающие определенные решения и имеющие активную направленность.

Первые две степени являются прерогативой информационной службы; третья и четвертая связаны с деятельностью определенных функциональных подразделений; последняя группа моделей пользуется руководителем.

Решения являются идеальным описанием желаемого состояния объекта и методов достижения этого состояния. Они представляют собой продукт ограниченного применения, так как направлены на конкретный объект в четко описываемых условиях. Качество решения как готового продукта проявляется опосредованно, в деятельности объекта, на который данное решение направлено.

Для анализа информационного обеспечения наибольшее значение имеет выделение следующих разновидностей информации:

- в зависимости от описываемых процессов – производственно-гномическую, технико-технологическую, организационную, социальную, информацию о внешних хозяйственных связях;
- по отношению к управляемому объекту – внешнюю и внутрипроизводственную;
- по роли в процессе управления – директивную, нормативную, плановую, аналитическую;
- по степени обновляемости и порядку поступления – постоянную и переменную, длительного хранения, оперативную, циклическую, периодическую;
- по степени агрегирования – простую, интегрированную, усредненную и т. п.;
- по степени преобразования – первичную, производную, обобщенную;
- по степени обработки – бухгалтерскую, статистическую, оперативно-производственную и т. п.

При организации информационного обеспечения принципиальное значение имеет распределение информации на прямую, т. е. командную, исходящую от управляющей системы, и обратную, отражающую реакцию управляемого объекта на происходящие изменения и реализуемые решения.

Необходимо отметить, что основным видом информации, циркулирующей на предприятиях (объединениях), является информация, организующая производственные и технологические процессы и реализующая методы управления этими процессами. Разработка конструкторской и технологической документации, создание и поддержание в актуальном состоянии нормативной базы, планирование, учет и оперативное управление производственными процессами создают на предприятиях (объединениях) мощный поток производственно-экономической информации. Она может быть директивной или распорядительной, производственно-экономической или общественно-воспитательной и т. п.

Под экономической информацией понимают информацию, которая возникает при подготовке и в процессе производственно-хозяйственной деятельности предприятия (объединения) и управления этой деятельностью.

Экономическая информация обладает рядом особенностей:

- В основной массе она имеет дискретную форму преставления; выражается в цифровом или алфавитно-цифровом виде;
- Отражается на материальных носителях (документах, перфолентах, перфокартах, магнитных лентах, дисках и т.д.);
- Ее большие объемы обрабатываются в установленных временных пределах, зависящих от ее конкретных функций, чаще всего – это циклическая регулярная обработка;
- Исходная информация, возникающая в одном месте, находит свое отражение в различных функциях управления и в связи с этим подвергается различной обработке несколько раз, что требует многократной перегруппировки данных;
- Объемы исходной информации достигают больших размеров при относительно малом числе операций ее обработки;
- Исходные данные и результаты расчета, а иногда и промежуточные результаты подлежат длительному хранению.

Исключительно важными требованиями к экономической информации в системах управления производством являются требования своевременности, полноты и достоверности, которые следует неукоснительно выполнять при организации обработки экономической информации.

При создании информационного обеспечения ориентируются на усредненную, выровненную потребность в информации руководителей и специалистов. Особое место здесь занимает информация об управлении, в которой отражаются прогрессивные приемы и методы организации управления.

В процессе организации информации принципиальное значение имеет расчленение ее на условно-постоянную, играющую роль нормативно-справочной, и переменную. Оба эти вида информации на основе анализа классификационных связей организуются во взаимосвязанные блоки (модели), которые могут быть описывающими, т. е. характеризующими процесс в статике или динамике, компонентами, отражающими определенную типовую ситуацию.

Процесс формирования информационного обеспечения включает несколько этапов:

- Описание состояния объекта, т. е. физическая фотография. Это предполагает набор технико-экономических показателей и параметров, характеризующих управляющую и управляемую системы, с соответствующей классификацией этих показателей;
- Моделирование классификационных связей в информационных массивах с выделением причинно-следственных зависимостей, т. е. формирование частных статических моделей;
- Отражение в информационных моделях динамики отдельных элементов и процессов, т. е. обоснование тенденций количественного и качественного изменения в производстве. При этом количественное изменение предполагает корректировку информации, а качественное изменение — ее частичную или полную перестройку;
- Интегрированная информационная модель процесса производства, отражающая взаимосвязь и динамику локальных процессов и всего производства.

Порядок формирования определяет подход к анализу состава информации. Организация информации в значительной степени предопределяет порядок ее хранения, регистрации, обновления, передачи и использования. Четкая организация банков данных позволяет более полно обосновать направления движения, интенсивность потоков, закономерности ее преобразования, методику запросов и получения.

Таким образом, система информационного обеспечения — это совокупность данных о целях, состоянии, направлениях развития объекта и окружающей его среды, организованная во взаимосвязанных потоках сведений. Эта система включает методы получения, хранения, поиска, обработки данных и выдачи их пользователю.

Необходимо отметить, что важнейшим направлением является исследование движения информации, то есть анализ информационного потока, обеспечивающего связи, необходимые в производственной системе (между структурными подразделениями аппарата управления), и ее контакты с внешней средой (учреждениями и организациями). Обеспечение рациональных связей между источниками и приемниками информации и путей ее циркулирования является одним из непременных условий эффективного функционирования системы управления. Относительное постоянство взаимозависимостей структурных подразделений позволяет выбирать рациональную структуру путей движения информации и наиболее эффективные технические средства для каждого канала связи.

Таким образом, поток информации – движение информации от источника к получателю, направление которого задается адресами источника и получателя информации.

Потоки характеризуются количеством информации, находящейся в системе и обрабатываемой в единицу времени. Данные могут обрабатываться и перемещаться: поточно, по мере возникновения; с регулярной периодичностью, когда информация накапливается, после чего обрабатывается и перемещается через заранее установленные интервалы времени; нерегулярно по мере возникновения отдельных информационных совокупностей.

Вид движения информации и сроки ее поступления в управляющую систему должны быть согласованы во времени с циклом производства и обеспечивать возможность своевременного вмешательства в ход производства.

Руководители, которым для успешного осуществления управленческой деятельности необходима как информация из внешней среды, поставляемая системой НТИ, так и разнообразная внутрифирменная информация, должны соблюдать принципы систематизации информационных потоков, а именно:

- обеспечение полноты и достоверности учета всех сторон хозяйственной деятельности, достижение неразрывных связей между оперативным, статистическим и бухгалтерским учетом;
- минимизация информационного шума и ограничение информационной избыточности лишь требованиями надежности;
- обеспечение неразрывной связи между внешней и внутренней информацией и принятием решений на всех уровнях иерархии управления.

6 Проблемы и задачи при внедрении автоматизированных систем управления

Внедрение системы автоматизации управления, как и любое серьезное преобразование на предприятии, является сложным и зачастую болезненным процессом. Тем не менее, некоторые проблемы, возникающие при внедрении системы, достаточно хорошо изучены, формализованы и имеют эффективные методологии решения. Заблаговременное изучение этих проблем и подготовка к ним значительно облегчают процесс внедрения и повышают эффективность дальнейшего использования системы.

Далее приведены основные проблемы и задачи, возникающие в большинстве случаев при внедрении систем управления и рекомендации по их решению:

- отсутствие постановки задачи менеджмента на предприятии;
- необходимость в частичной или полной реорганизации структуры предприятия;
- необходимость изменения технологии бизнеса в различных аспектах;
- сопротивление сотрудников предприятия;
- временное увеличение нагрузки на сотрудников во время внедрения системы;
- необходимость в формировании квалифицированной группы внедрения и сопровождения системы, выбор сильного руководителя группы.

Ниже эти пункты описаны подробнее:

Отсутствие постановки задачи менеджмента на предприятии. Наверное, этот пункт является наиболее значимым и сложным. На первый взгляд, его тема перекликается с содержанием второго пункта, посвященного реорганизации структуры предприятия. Однако на самом деле, он является более глобальным и включает в себя не только методологии управления, но также философские и психологические аспекты. Дело в том, что большинство руководителей управляют своим предприятием, только исходя из своего опыта, своей интуиции, своего видения и весьма неструктурированных данных о его состоянии и динамике. Как правило, если руководителя попросить описать в каком-либо виде структуру деятельности своего предприятия или набор положений, исходя из которых он принимает управленческие решения, дело достаточно быстро заходит в тупик.

Грамотная постановка задач менеджмента является важнейшим фактором, влияющим как и на успех деятельности предприятия в целом, так и на успех проекта автоматизации. Например, совершенно бесполезно заниматься внедрением автоматизированной системы бюджетирования, если само бюджетирование не поставлено на предприятии должным образом, как определенный последовательный процесс.

К сожалению, на настоящий момент в России до конца не сложился национальный подход к менеджменту. В данный момент российское управление представляет собой гремучую смесь из теории западного менеджмента (которая во многом не является адекватной существующей ситуации) и советско-российского опыта, который, хотя и во многом гармонирует с общими жизненными принципами, но уже не отвечает жестким требованиям рыночной конкуренции.

Поэтому, первое, что необходимо сделать для того, чтобы проект внедрения автоматизированной системы управления оказался удачным – максимально формализовать все те контуры управления, которые собственно Вы планируете автоматизировать. В большинстве случаев, для осуществления этого не обойтись без привлечения профессиональных консультантов, но по опыту затраты на консультантов просто не сопоставимы с убытками от проваленного проекта автоматизации. Однако нужно не ошибиться в выборе консультантов.

Необходимость в частичной реорганизации структуры и деятельности предприятия. Прежде чем приступать к внедрению системы автоматизации на предприятии обычно необходимо произвести частичную реорганизацию его структуры и технологий ведения бизнеса. Поэтому, одним из важнейших этапов проекта внедрения, является полное и достоверное обследование предприятия во всех аспектах его деятельности. На основе заключения, полученного в результате обследования, строится вся дальнейшая схема построения

корпоративной информационной системы. Несомненно, можно автоматизировать все, по принципу "как есть", однако, этого не следует делать по ряду причин. Дело в том, что в результате обследования обычно фиксируется большое количество мест возникновения необоснованных дополнительных затрат, а также противоречий в организационной структуре, устранение которых позволило бы уменьшить производственные и логистические издержки, а также существенно сократить время исполнения различных этапов основных бизнес-процессов.

Необходимость в изменении технологии работы с информацией и принципов ведения бизнеса. Эффективно построенная информационная система не может не внести изменений в существующую технологию планирования бюджетирования и контроля, а также управления бизнес-процессами.

Во-первых, одними из самых важных для руководителя особенностей корпоративной информационной системы, являются модули управленческого учета и финансового контроля. Теперь каждое функциональное подразделение может быть определено как центр финансового учета с соответствующим уровнем финансовой ответственности его руководителя. Это в свою очередь повышает ответственность каждого из таких руководителей и предоставляет в руки высших менеджеров эффективный инструментарий для чёткого контроля исполнения отдельных планов и бюджетов.

При наличии информационной системы руководитель способен получать актуальную и достоверную информацию обо всех срезах деятельности компании без временных задержек и излишних передаточных звеньев. Кроме того, информация подаётся руководителю в удобном виде «с листа» при отсутствии человеческих факторов, которые могут предвзято или субъективно трактовать информацию при передаче. Однако справедливо было бы заметить, что некоторые руководители не привыкли принимать управленческие решения по информации в чистом виде, если к ней не приложено мнение человека, который ее доставил. Такой подход в принципе имеет право на жизнь и при наличии информационной системы, однако часто он негативно отражается на объективности менеджмента.

Внедрение системы автоматизации вносит существенные изменения в управление бизнес-процессами. Каждый документ, отображающий в информационном поле течение или завершение того или иного сквозного бизнес-процесса, в интегрированной системе создается автоматически на основании первичного документа, открывшего процесс. Сотрудники, ответственные за этот бизнес-процесс, лишь контролируют и при необходимости вносят изменения в позиции построенных системой документов. Например, заказчик разместил заказ на продукцию, который должен быть исполнен к определенному числу месяца. Заказ вводится в систему, на основании его системой автоматически создается счет (на основе существующих алгоритмов ценообразования), счет пересылается заказчику, а заказ направляется в производственный модуль, где происходит разузлование заказанного вида продукции на отдельные комплектующие. На основе списка комплектующих в модуле закупок системой создаются заказы на их закупку, а производственный модуль соответствующим образом оптимизирует производственную программу, чтобы заказ был исполнен точно к сроку. Естественно, в реальной жизни возможны различные варианты неустранимых срывов поставок комплектующих, поломки оборудования и т.д., поэтому каждый этап выполнения заказа должен строго контролироваться ответственным за него кругом сотрудников, которые в случае необходимости должны создать управленческое воздействие на систему, чтобы избежать нежелательных последствий или уменьшить их.

Не стоит полагать, что работать при наличии автоматизированной системы управления станет проще. Наоборот, существенное сокращение бумажной волокиты ускоряет процесс и повышает качество обработки заказов, поднимает конкурентоспособность и рентабельность предприятия в целом, а все это требует большей собранности, компетенции и ответственности исполнителей. Возможно, что существующая производственная база не будет справляться с новым потоком заказов, и в нее тоже нужно будет вносить организационные и технологические реформы, которые впоследствии положительно скажутся на процветании предприятия.

Сопротивление сотрудников предприятия. При внедрении корпоративных информационных систем в большинстве случаев возникает активное сопротивление сотрудников на местах, которое является серьезным препятствием для консультантов и вполне способно сорвать или существенно затянуть проект внедрения. Это вызвано несколькими человеческими факторами: обыкновенным страхом перед нововведениями, консерватизмом (например, кладовщику, проработавшему 30 лет с бумажной картотекой, обычно психологически тяжело пересаживаться за компьютер), опасение потерять работу или утратить свою незаменимость, боязнь существенно увеличивающейся ответственности за свои действия. Руководители предприятия, принявшие решение автоматизировать свой бизнес, в таких случаях должны всячески содействовать ответственной группе специалистов, проводящей внедрение информационной системы, вести разъяснительную работу с кадрами, и, кроме того:

- создать у сотрудников всех уровней твёрдое ощущение неизбежности внедрения;
- наделить руководителя проекта внедрения достаточными полномочиями, поскольку сопротивление иногда (часто подсознательно или в результате неоправданных амбиций) возникает даже на уровне топ-менеджеров;
- всегда подкреплять все организационные решения по вопросам внедрения изданием соответствующих приказов и письменных распоряжений.

Временное увеличение нагрузки на сотрудников при внедрении системы. На некоторых этапах проекта внедрения временно возрастает нагрузка на сотрудников предприятия. Это связано с тем, что помимо выполнения обычных рабочих обязанностей сотрудникам необходимо осваивать новые знания и технологии. Во время проведения опытной эксплуатации и при переходе к промышленной эксплуатации системы в течение некоторого времени приходится вести дела как в новой системе, так и продолжать ведение их традиционными способами (поддерживать бумажный документооборот и существовавшие ранее системы). В связи с этим, отдельные этапы проекта внедрения системы могут затягиваться под предлогом того, что у сотрудников и так хватает срочной работы по прямому назначению, а освоение системы является второстепенным и отвлекающим занятием. В таких случаях руководителю предприятия помимо ведения разъяснительной работы с уклоняющимися от освоения новых технологий сотрудниками необходимо:

- повысить уровень мотивации сотрудников к освоению системы в форме поощрений и благодарностей;
- принять организационные меры к сокращению срока параллельного ведения дел.

Формирование квалифицированной группы внедрения и сопровождения системы, руководителя группы. Внедрение большинства крупных систем автоматизации управления производится по следующей технологии: на предприятии формируется небольшая (3-6 человек) рабочая группа, которая проходит максимально полное обучение работе с системой, затем на эту группу ложится значительная часть работы по внедрению системы и дальнейшему ее сопровождению. Применение подобной технологии вызвано двумя факторами: во-первых, тем, что предприятие обычно заинтересовано в том, чтобы у него под рукой были специалисты, которые могут оперативно решать большинство рабочих вопросов при настройке и эксплуатации системы, а во-вторых, обучение своих сотрудников и их использование всегда существенно дешевле аутсорсинга. Таким образом, формирование сильной рабочей группы является залогом успешной реализации проекта внедрения.

Особенно важным вопросом является выбор руководителя такой группы и администратора системы. Руководитель, помимо знаний базовых компьютерных технологий, должен обладать глубокими знаниями в области ведения бизнеса и управления. В практике крупных западных компаний такой человек занимает должность CIO (Chief Information Officer) которая обычно является второй в иерархии руководства компании. В отечественной практике, при внедрении систем такую роль, как правило, играет начальник отдела АСУ или ему аналогичного. Основными правилами организации рабочей группы являются следующие принципы:

- специалистов рабочей группы необходимо назначать с учетом следующих требований: знание современных компьютерных технологий (и желание осваивать их в дальнейшем), коммуникабельность, ответственность, дисциплинированность;
- с особой ответственностью следует подходить к выбору и назначению администратора системы, так как ему будет доступна практически вся корпоративная информация;
- возможное увольнение специалистов из группы внедрения в процессе проекта может крайне негативно отразиться на его результатах. Поэтому членов группы следует выбирать из преданных и надежных сотрудников и выработать систему поддержки этой преданности в течение всего проекта;
- после определения сотрудников, входящих в группу внедрения, руководитель проекта должен четко расписать круг решаемых каждым из них задач, формы планов и отчетов, а также длину отчетного периода. В наилучшем случае, отчетным периодом должен быть один день.

Все вышеперечисленные задачи, возникающие в процессе построения информационной системы, и методы их решения являются наиболее распространенными и, естественно, каждое предприятие имеет свою уникальную организационную специфику, и при внедрении могут возникать различные нюансы, которые требуют дополнительного рассмотрения и поиска методов их решения. Собственно для этого и существуют профессиональные бизнес-консультанты.

7 Автоматизированные системы управления технологическим процессом – АСУТП

Автоматизация — *это внедрение систем автоматического управления в производство.* Системы автоматики состоят из отдельных элементов. Для уяснения принципа действия различных элементов, входящих в систему автоматизации, пользуются способами графического изображения при помощи структурных схем. Эти схемы дают только общее представление о структуре, составе и взаимодействии элементов автоматической системы. Элементы структурной схемы изображаются в виде прямоугольников, взаимодействие между элементами стрелками.

В зависимости от ***расположения автоматических устройств***, входящих в систему автоматизации различают **системы автоматизации:**

1) местные системы автоматики, они расположены непосредственно у технологического объекта (ТО);

2) дистанционные системы располагаются на сравнительно небольших расстояниях от ТО;

3) телемеханические системы позволяют управлять автоматическими устройствами на большом расстоянии.

По ***выполняемой функции*** **системы автоматики** подразделяются на:

1) системы автоматического контроля – **САК;**

2) системы автоматического регулирования – **САР;**

3) система автоматического управления – **САУ.**

Для эффективного управления технологическим процессом (**ТП**) необходим ***постоянный его контроль***. Эту задачу решает система **САК.** Задачей системы является **количественная оценка параметра процесса**, т.е. определение значения определенной физической величины при помощи контрольно-измерительных приборов. Структурная схема системы автоматического контроля показана на рис.7.1.

Условные обозначения на схеме: ***ТО –*** технологический объект контроля, ***ИП –*** измерительный преобразователь, ***КИП –*** контрольно-измерительный прибор. Чувствительный элемент преобразователя непосредственно соприкасается с измеряемой средой и измеряет параметр. Элементы САК служат для измерения различных физических параметров (электрических и неэлектрических) и их преобразования в сигналы, удобные для передачи на контрольно-измерительные приборы.

Рис.7.1 - Структурная схема автоматического контроля.

Система автоматического регулирования **поддерживает регулируемую величину на заданном уровне** или изменение этой величины по заданному закону. Каждая система регулирования состоит из объекта регулирования ***ТО***, измерительного преобразователя (датчика) ***ИП***, автоматического регулятора ***Р,*** исполнительного механизма ***ИМ,*** регулирующего органа ***РО.*** Система **САР** приведена на рис. 7.2. Звенья системы регулирования образуют замкнутую цепь. Сигнал от датчика подается на автоматический регулятор, далее через исполнительный механизм на регулирующий орган, воздействующий на объект регулирования.

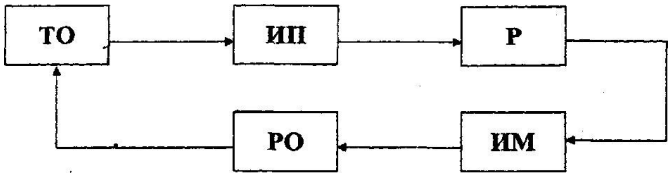


Рис.7.2 - Структурная схема автоматического регулирования.

Простейшая структурная схема **системы управления** приведена на рис. 7.3. При управлении любым технологическим объектом ***ТО***, управляющей системе требуется информация, роль которой очень важна в современных условиях. Средствами получения и передачи информации являются измерительные преобразователи ***ИП.*** Управляющая система **УС** вырабатывает соответствующее решение и передаёт на исполнительный механизм ***ИМ.***

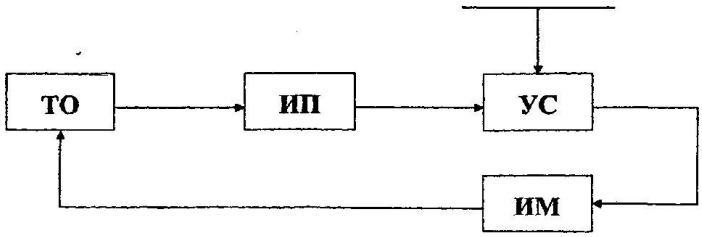


Рис.7.3. - Структурная схема автоматического управления.

Контрольно-измерительные приборы могут быть местные или с дистанционной передачей показаний (***преобразователи***). Местные приборы располагают на технологическом оборудовании в тех местах, где требуется производить измерение.

Приборы с дистанционной передачей показаний — преобразователи имеют устройства для передачи показаний на так называемые вторичные приборы (показывающие, самопишущие и т. п.), которые устанавливают на значительном расстоянии от места измерения параметра. Приборы с дистанционной передачей позволяют сосредоточить контроль основных параметров на центральных щитах, что значительно облегчает условия эксплуатации технологических установок.

Наблюдатель играет большую роль в процессе измерения. Информацию об измеряемой величине можно получить, используя показания стрелочного прибора и диаграммную ленту регистратора. В последнее время внедряются приборы с цифровой индексацией значения измеряемой величины, в которых точность отсчета не зависит от положения или состояния наблюдателя.

Основные определения и терминология, относящиеся к контрольно-измерительным приборам и системам измерений, установлены **ГОСТ 16263—70 «Метрология. Термины и определения».**

Средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования и обработки, называется **измерительным преобразователем.** Элемент преобразователя, непосредственно соединенный с преобразуемой величиной и находящийся под ее воздействием, называют **чувствительным элементом.**

Измерительные преобразователи предназначены для дистанционной передачи сигнала на вторичный измерительный прибор. Для соединения передающих измерительных преобразователей и вторичных приборов служат **каналы связи.**

Для успешного проведения ***технологического процесса*** необходимо иметь информацию о **параметрах,** при которых он протекает. Эти параметры характеризуются различными физическими величинами.

Физические величины должны быть выражены в определенных физических единицах, принятых для данной величины, и, кроме того, нужно знать ***точность***, с которой получено значение измеряемой величины.

Измеряемые величины подразделяют на ***непрерывные*** (аналоговые) и ***прерывистые*** (дискретные). Непрерывные физические величины характеризуются тем, что в заданном диапазоне они могут изменяться бесконечное число раз. Примером непрерывной вели-

чины является температура, измеряемая стрелочным прибором, а примером прерывистой величины может служить количество деталей, изготовленных машиной.

Информацию о течении технологического процесса получают с помощью ***контрольно-измерительных приборов (КИП).*** По устройству и назначению (функциональному признаку) контрольно-измерительные приборы разделяют на **показывающие, самопишущие (регистрирующие), суммирующие (интегрирующие); сигнализирующие**, а также совмещающие ряд функций (например, показывающий самопишущий с сигнализирующим устройством или показывающий и интегрирующий и т. д.).

Показывающие приборы дают возможность судить об измеряемой величине по положению стрелки на шкале прибора.

Самопишущие (регистрирующие) приборы ведут запись измеряемой величины на дисковой или ленточной диаграмме.

Суммирующие приборы (интегрирующие) автоматически суммируют значения измеряемой величины за какой-либо промежуток времени.

Сигнализирующие приборы дают световой или звуковой сигнал при достижении заданного значения измеряемой величины.

8 Информационные системы управления, производства и проектирования

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

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 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:

"**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 EPR-систем относятся "**Парус**", "**Галактика**", "АйТи", "Цефей"

Основные типы АС с их привязкой к тем или иным этапам жизненного цикла изделий указаны на рис. 81. и 8.2.

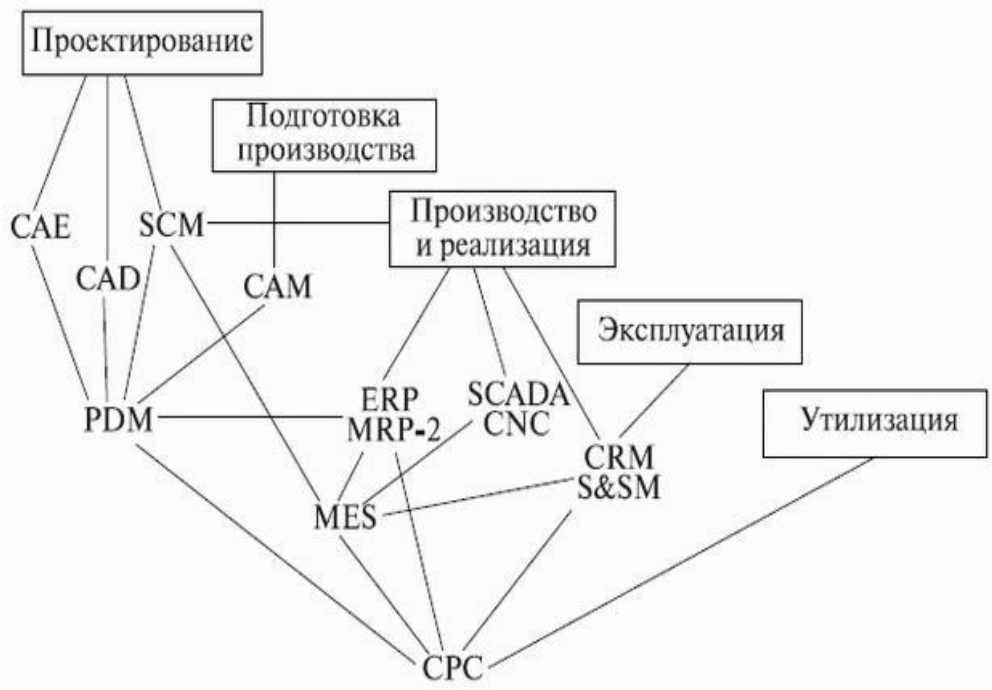


Рис.8.1 - Этапы жизненного цикла изделий и используемые виды АС

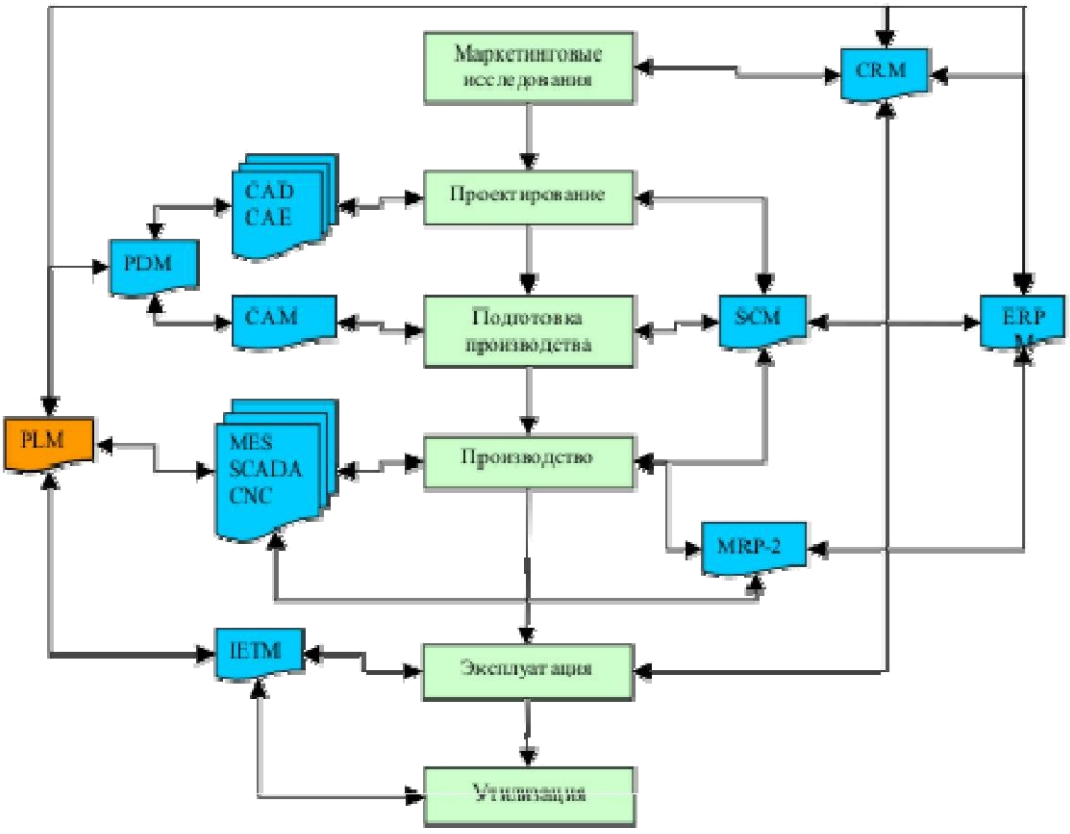


Рис. 8.2 - Структура и взаимосвязь используемых АС

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 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 понимают-

ся 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***.

9 Основы автоматизированного проектирования объектов строительства

9.1 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 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 натурного моделирования математическим моделированием, использованием эффективных методов многовариантного проектирования и оптимизации, а также повышением качества управления проектированием.

9.2 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 обусловливают 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.

9.3 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).

9.4 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 :

- 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).

10 Системы автоматизированного проектирования

10.1 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, схемотехнического 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 обусловливает 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.

10.2 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 CAE/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 CAE. Примерами могут служить математические пакеты типа *MathCAD.*

4) Комплексные (интегрированные) САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются CAE/CAD/CAM-системы.

10.3 Основы методологи 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.

Воснове 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.

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.

11 Специализированные системы и программы в строительном проектировании

11.1 Типовая структура комплексной САПР

Для крупных проектных организаций и небольших проектных фирм в строительстве типовая структура комплексной САПР представлена на рис.11.1.

Рис. 11.1 − 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)

11.2 Перечень программного обеспечения для архитектурно-строительного проектирования и расчетов.

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 деталировки 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.
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 строительно-технической документации.
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	- 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.
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	- СПДС GraphiCS – приложение к AutoCAD, Autodesk
GraphiCS	- Architectural Desktop, AutoCAD Architecture, предназначенное для оформления рабочих чертежей в строгом соответствии с требованиями СПДС.
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 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.
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.
Проектирование объектов инфраструктуры	
Autodesk Civil 3D	- Программа нового поколения базируется на платформе AutoCAD и Civil 3D 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.
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;
КРИСТАЛЛ	- расчет элементов стальных 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 загрузок, 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 загрузок.
- 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 загрузок 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.

12 Структура и технологии работы программ автоматизации проектирования в строительстве (слайды)

12.1 Структура и связи ИТ.

Рис 12.1 − Структура и связи ИТ в строительном проектировании.

Рис12.2 − Связи ИТ в строительном проектировании.

12.2 Схема организации проектирования.

Рис.12.3 − Схема организации проектирования.

12.3 Этапы проектирования.

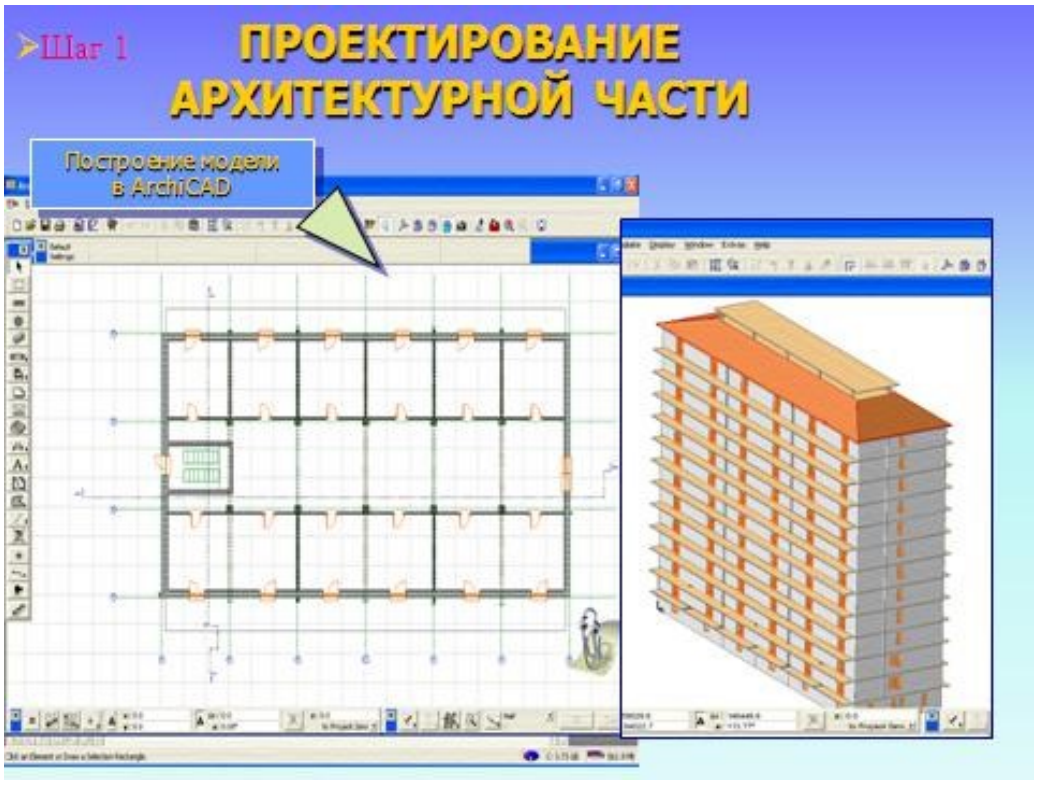


Рис.12.4 − Этап 1. Проектирование архитектурной части.

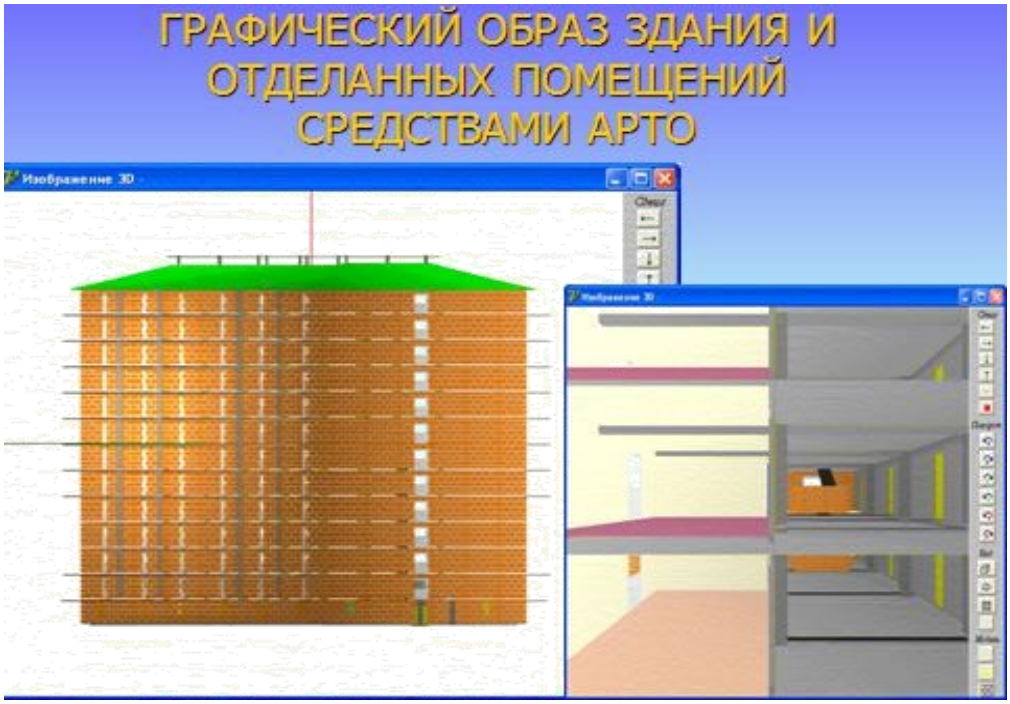


Рис.12.5 − Этап 2. Графический образ здания.

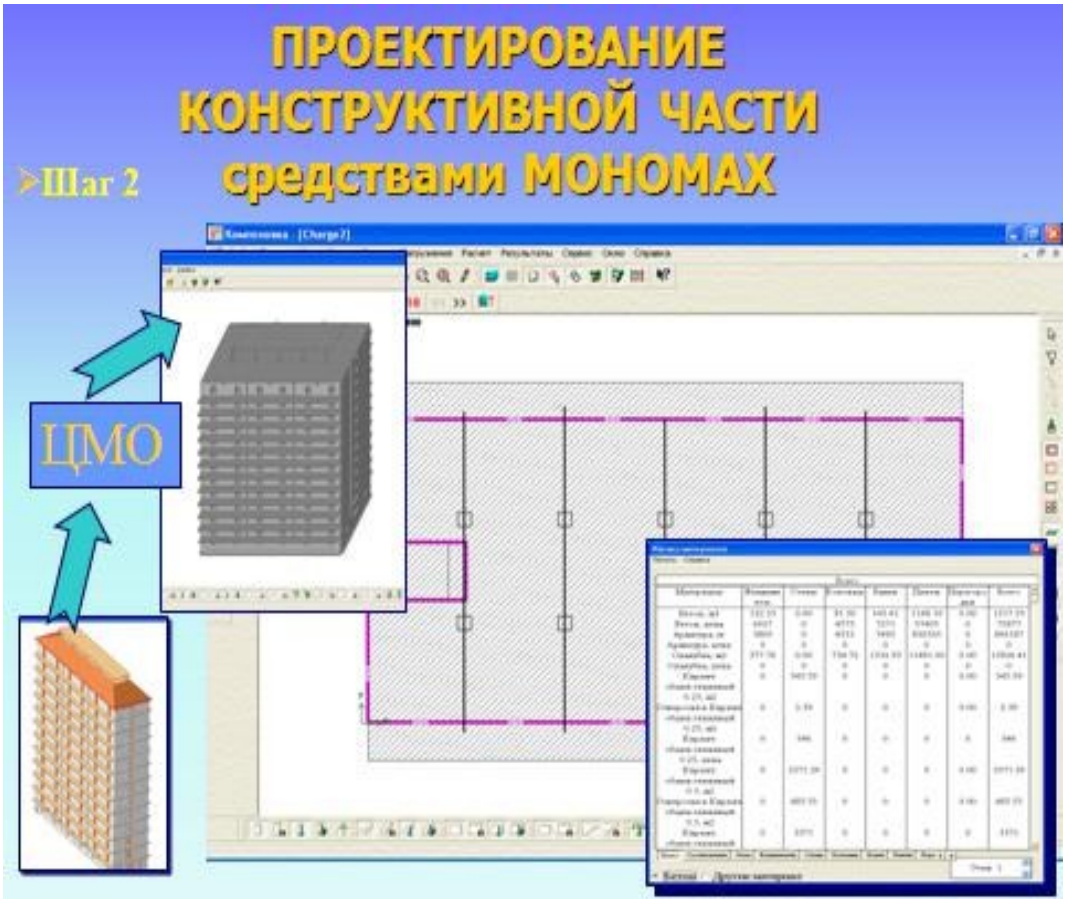


Рис.12.6 − Этап 3. Проектирование средствами МОНОМАХ.

ПО «Разработка смет»:

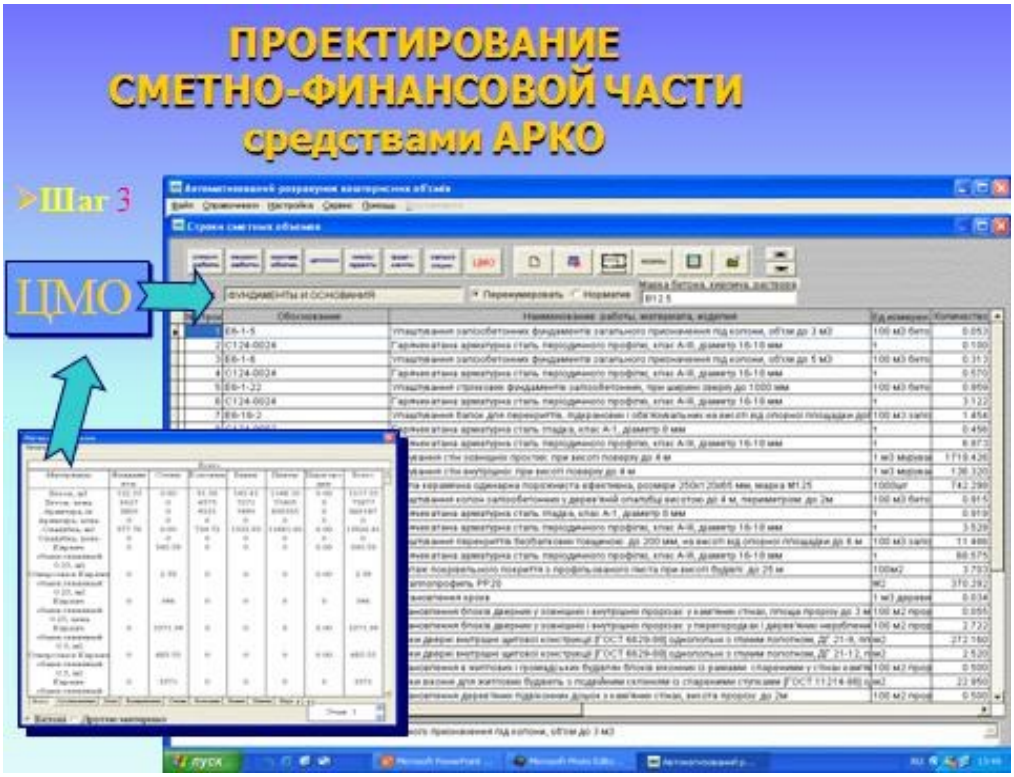


Рис.12.7 − Разработка смет

Планирование и управление:

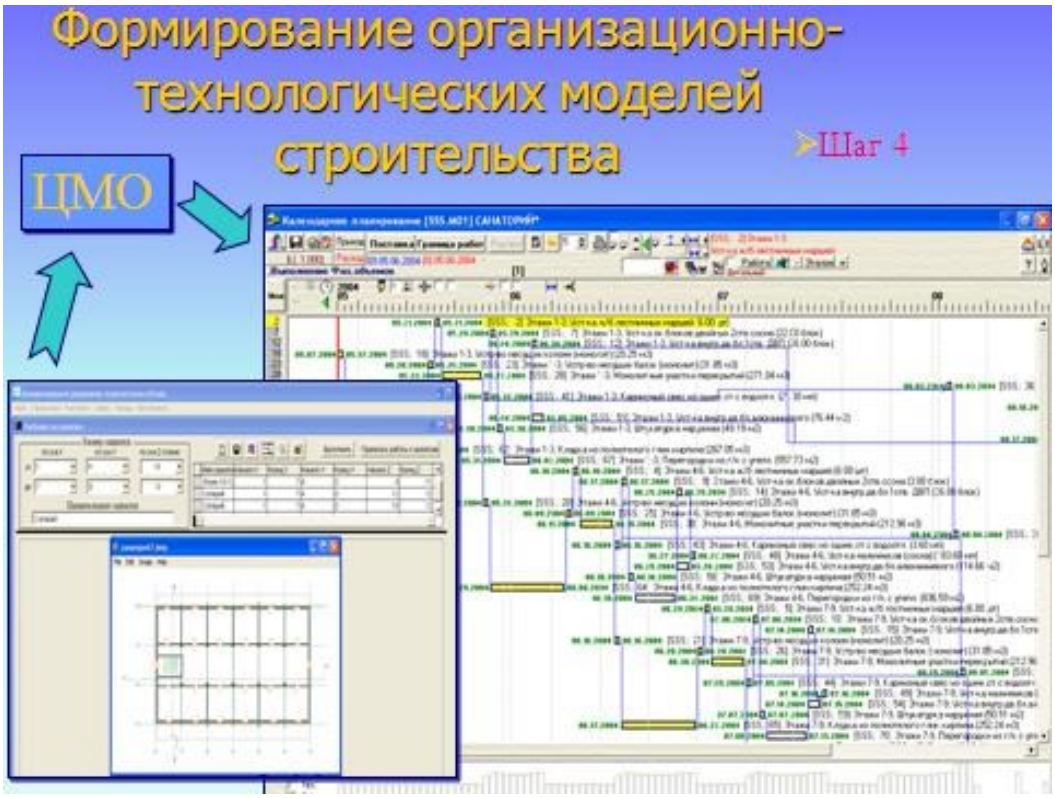


Рис.12.8 − Формирование моделей.

Рис.12.9 − Сметы и нормативы

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

13.1 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.

Рис.7.3 − Формирование расчетной модели.

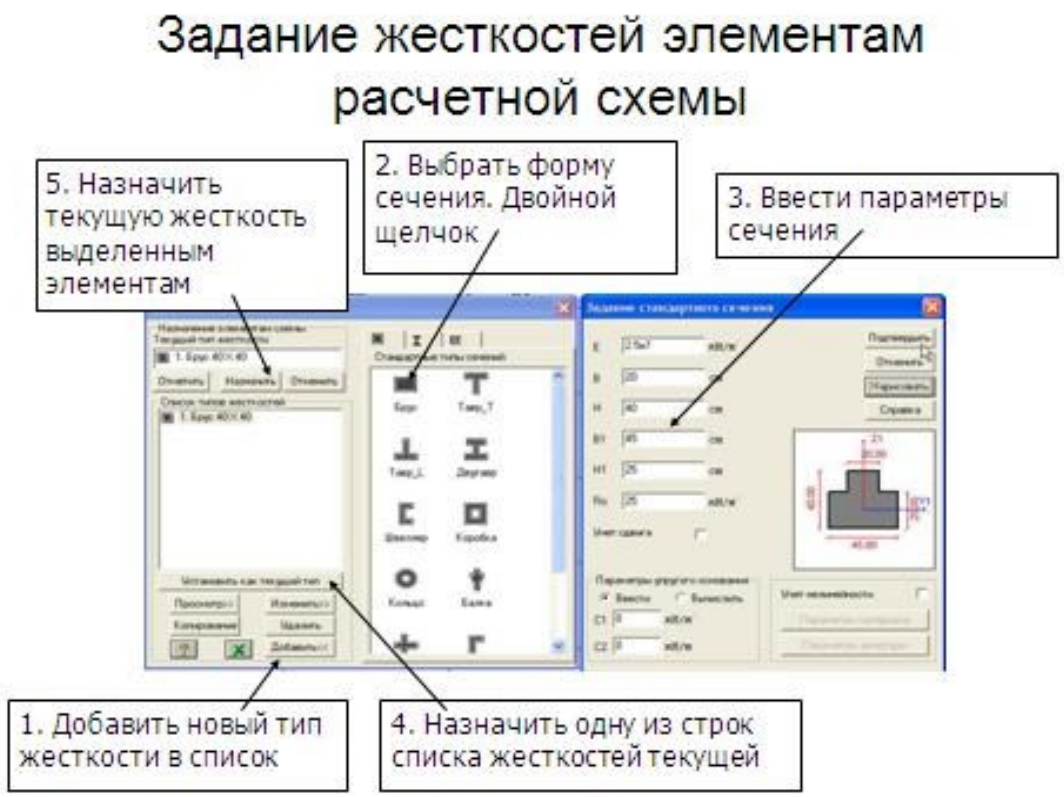


Рис.7.4 − Задание параметров.

13.2. Структура ПО Лира

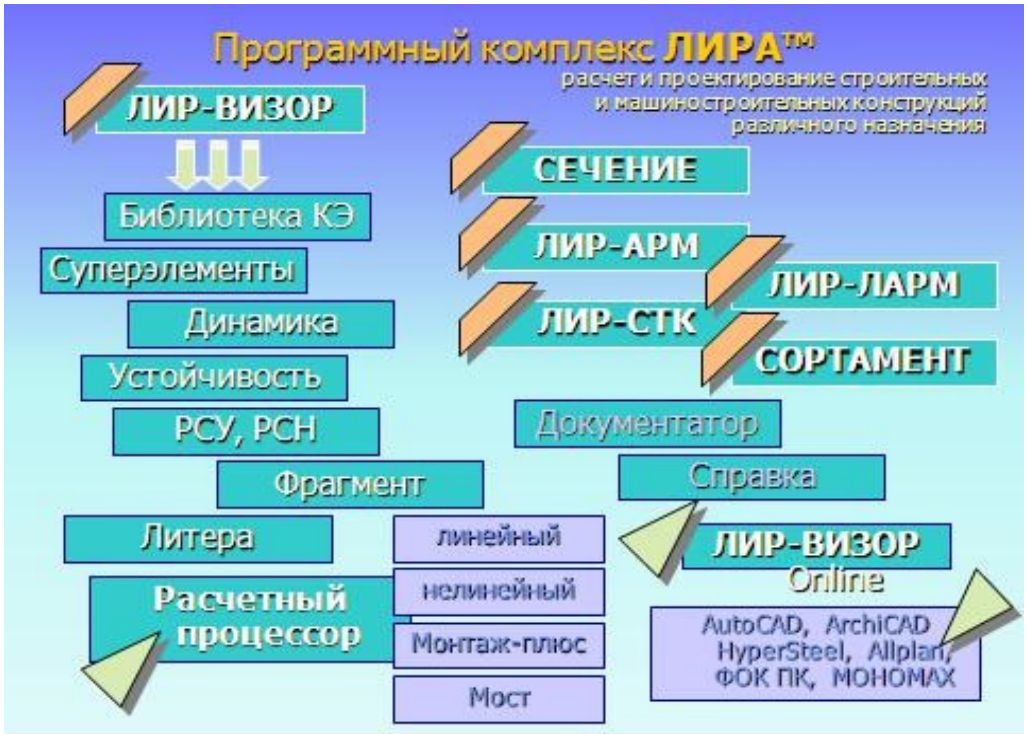
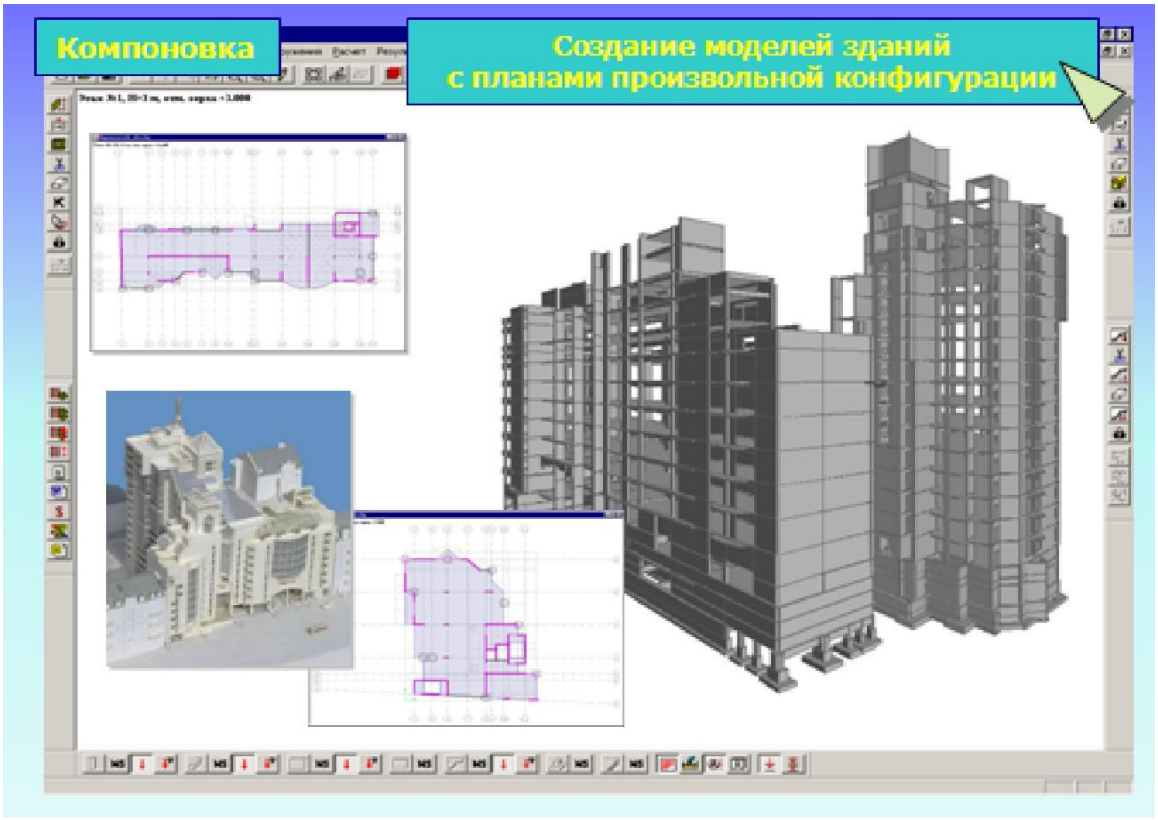


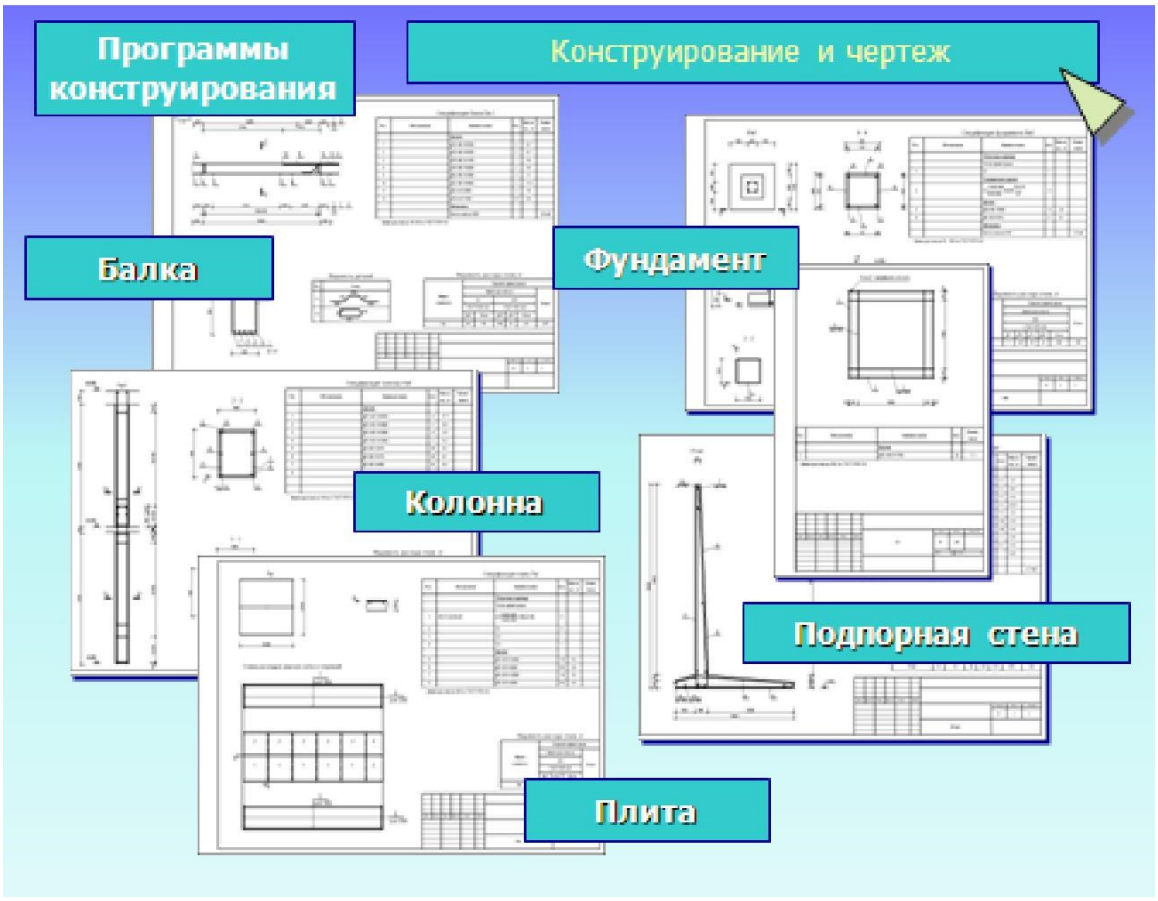
Рис.7.5 − Структура ПО Лира.

13.3. Структура ПО Мономах

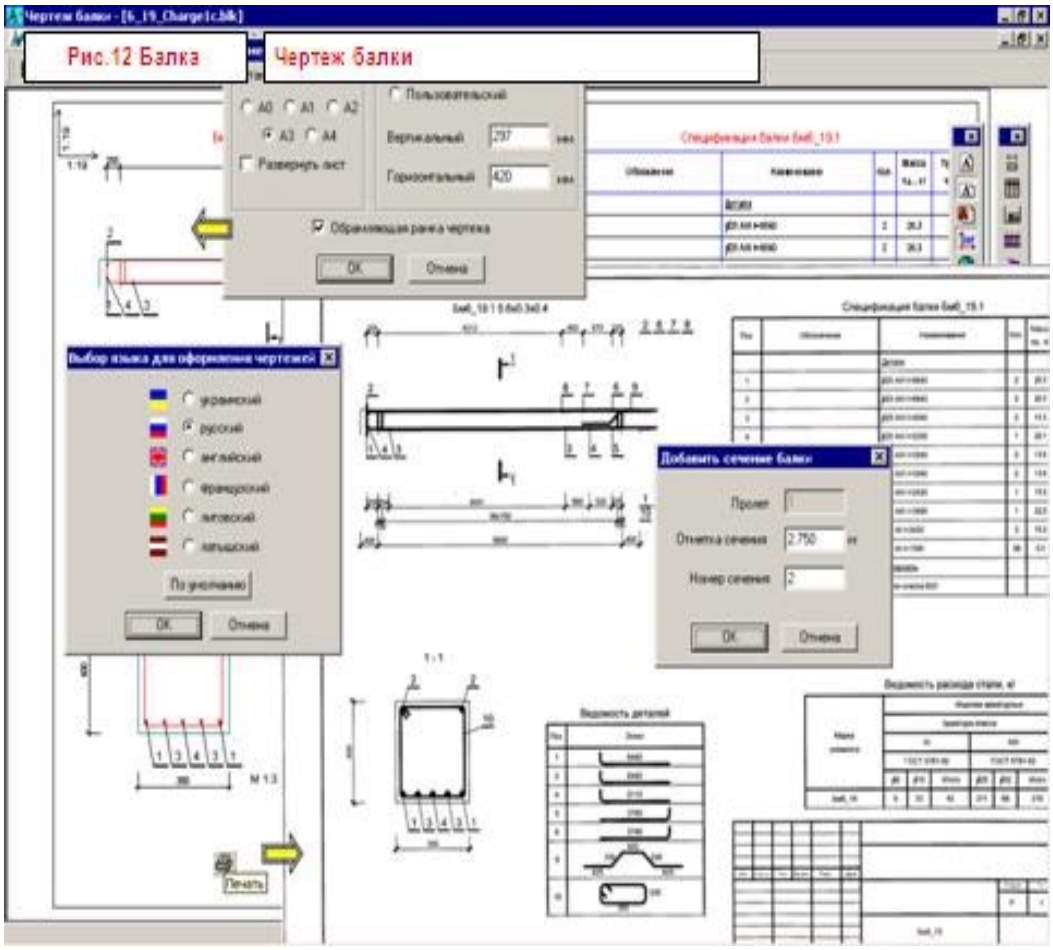
Рис.7.6 − Структура ПО Мономах.

Примеры :


Компоновка
Создание моделей зданий
с планами произвольной конфигурации


Программы
конструирования
Конструирование и чертеж
Балка
Фундамент
Колонна
Подпорная стена
Плита

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).

13.4 Программный комплекс ЭСПРИ

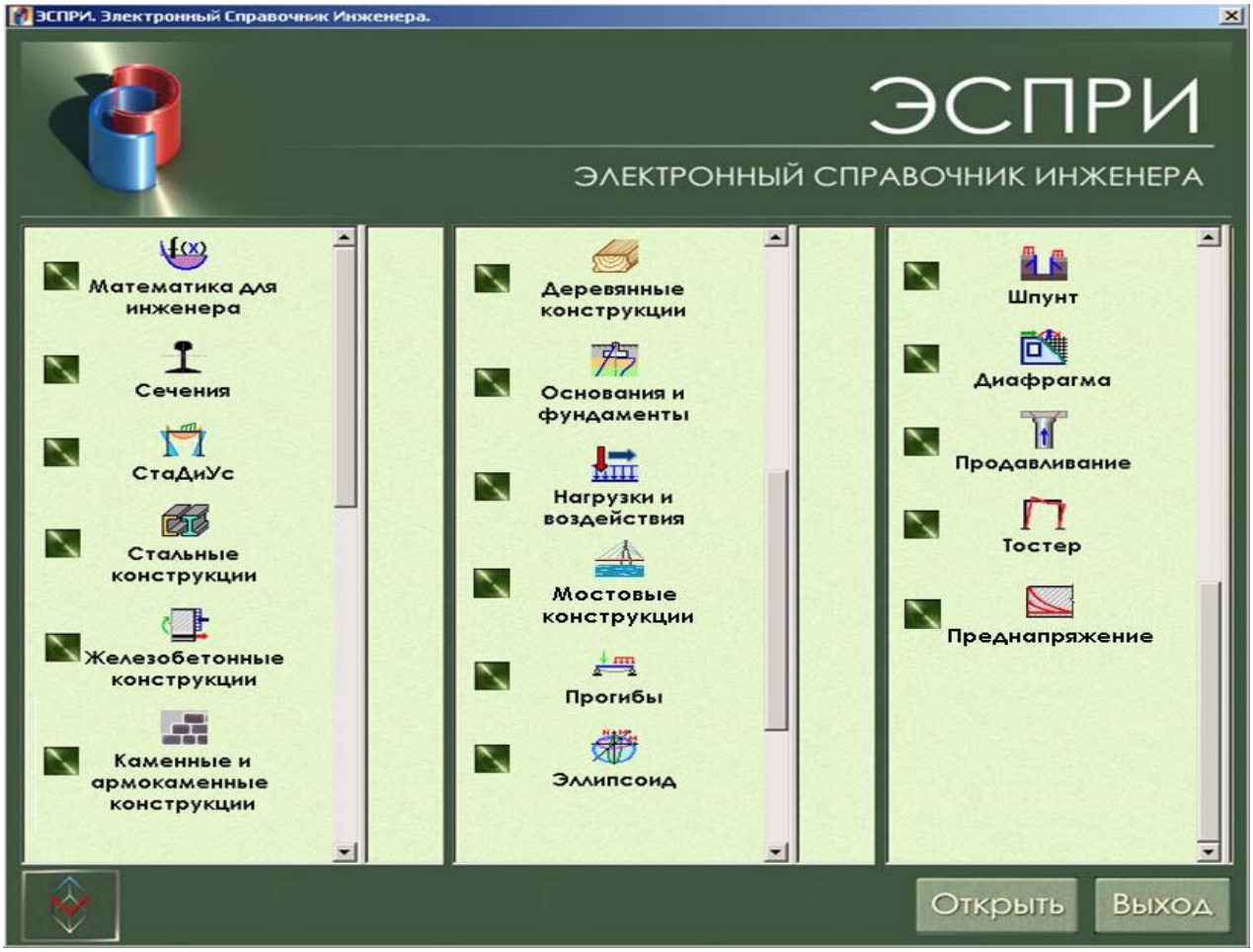
Система ЭСПРИ (Электронный СПРавочник Инженера) содержит серию справочных и расчетных программ профессионального применения. Программы, входящие в ЭСПРИ, предоставляют возможность выполнять компьютерные расчеты многих частных задач , которые возникают в процессе проектной, инженерной и исследовательской работы, и которые обычно не вписываются в структуру больших программных комплексов, таких как ЛИРА и МОНОМАХ .

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.

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:

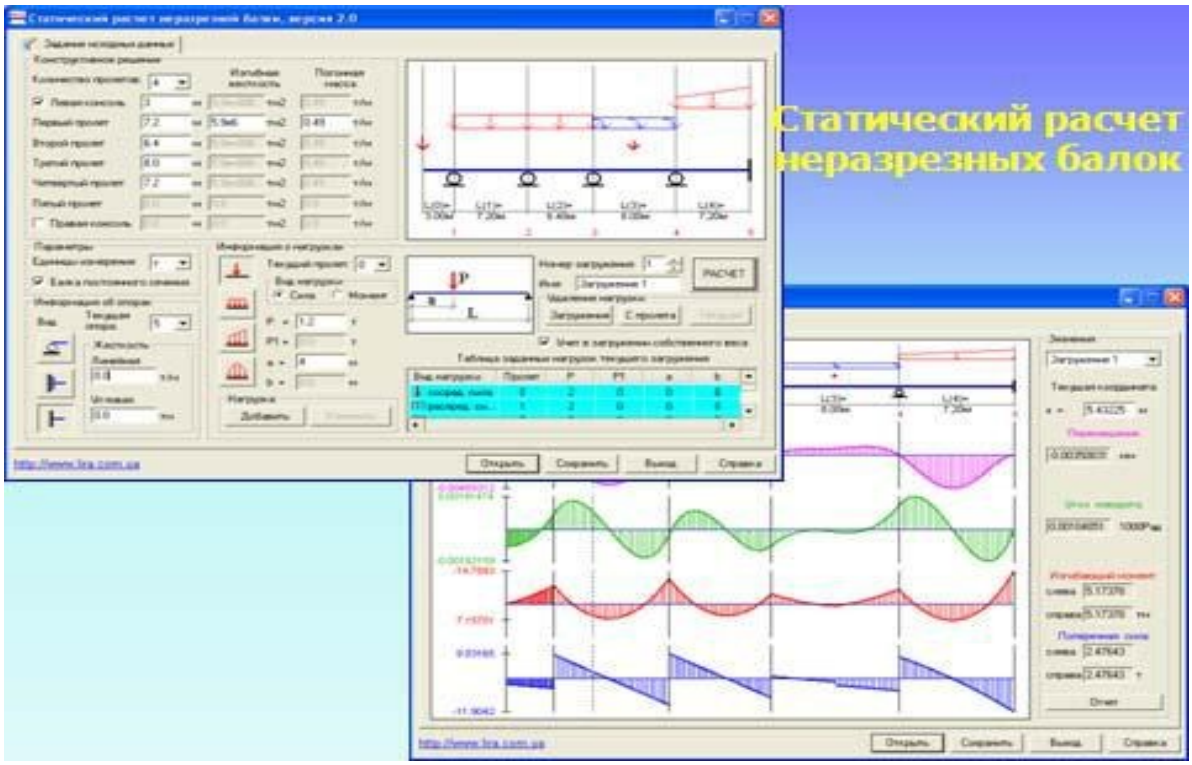
Главное меню программы:



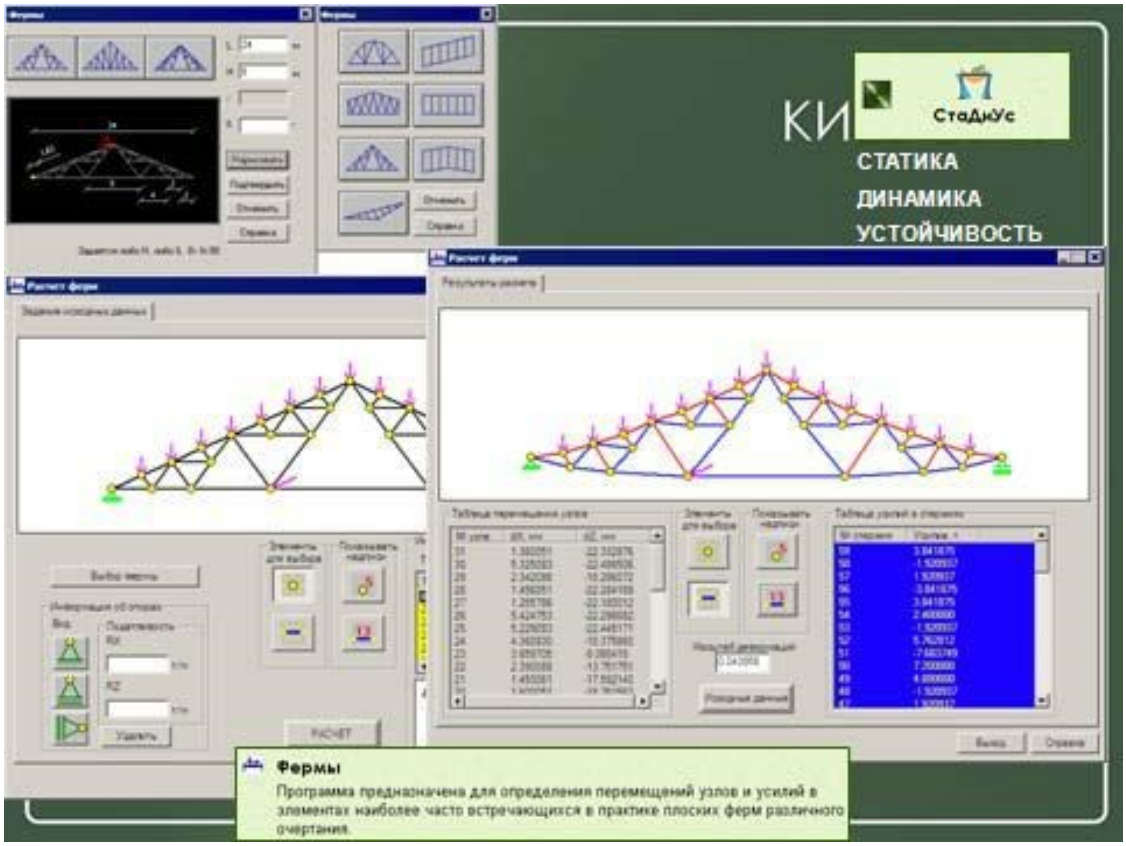
В настоящее время ЭСПРИ содержит более 70 программ. Часть программ объединена в разделы по тематическому признаку – математика, статика, железобетонные конструкции, стальные конструкции, фундаменты и т.п. Остальные программы представлены отдельно.

Демонстрация основных возможностей системы (Слайды).

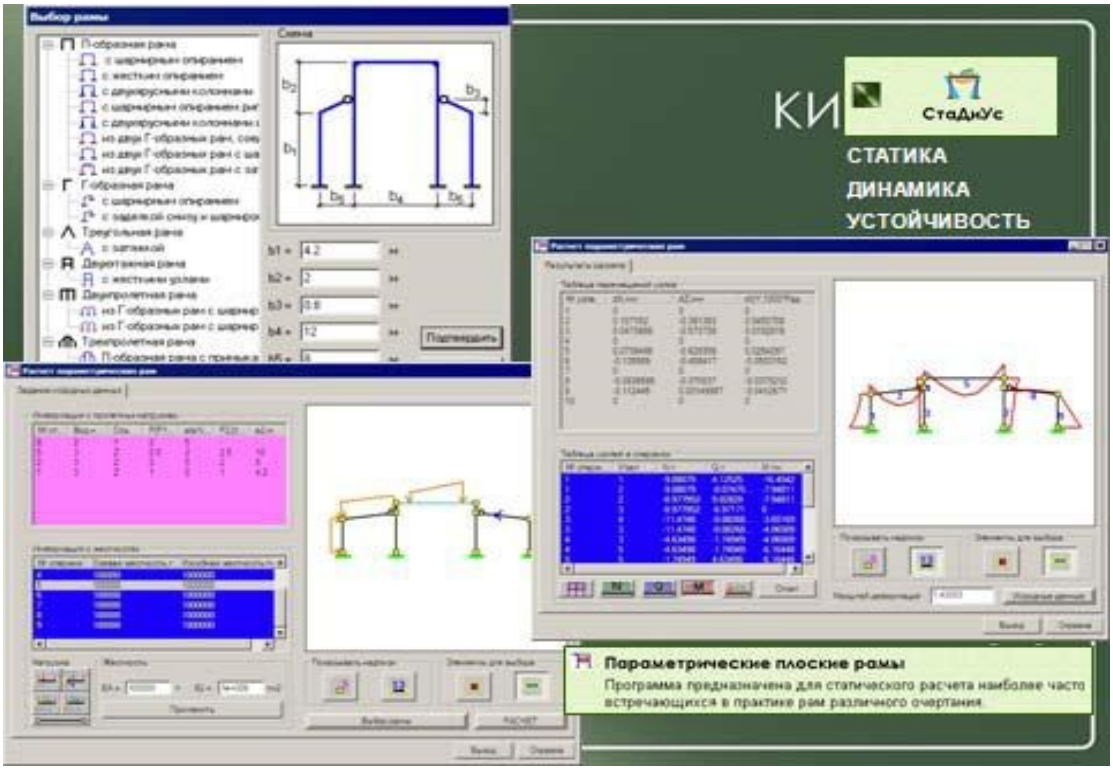
Балки:



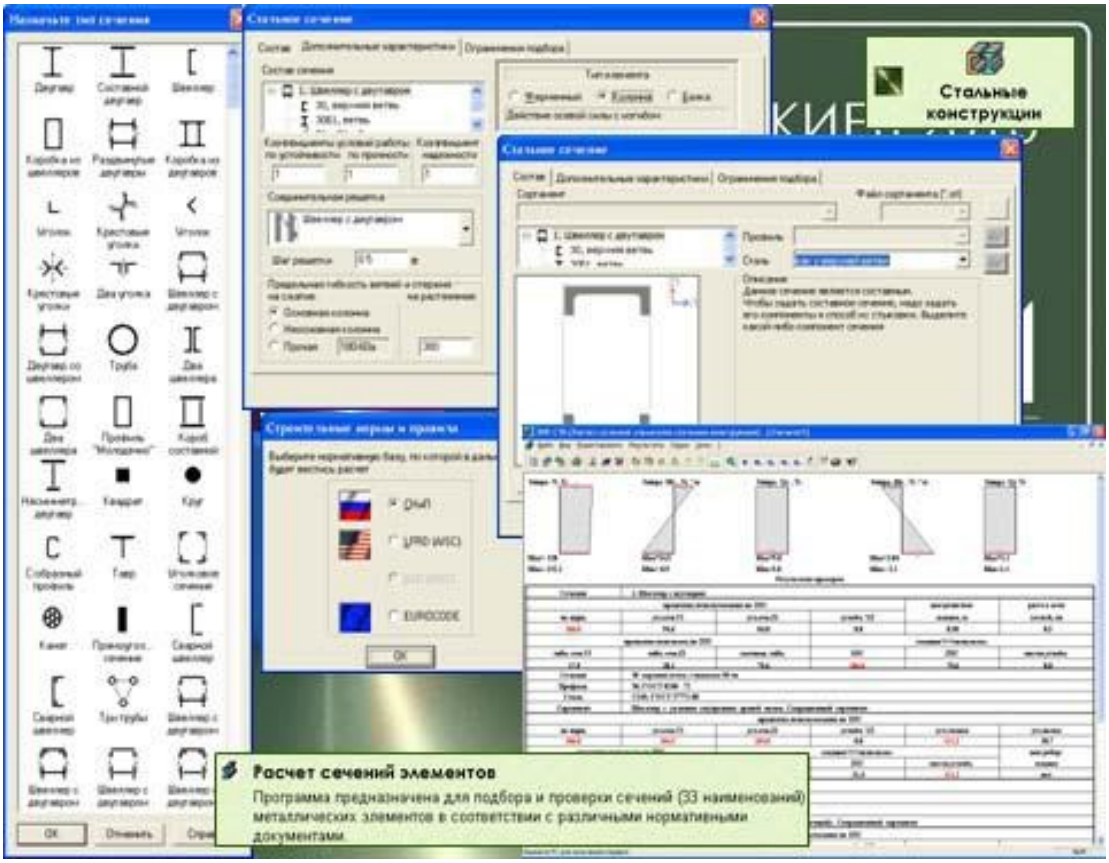
Фермы:



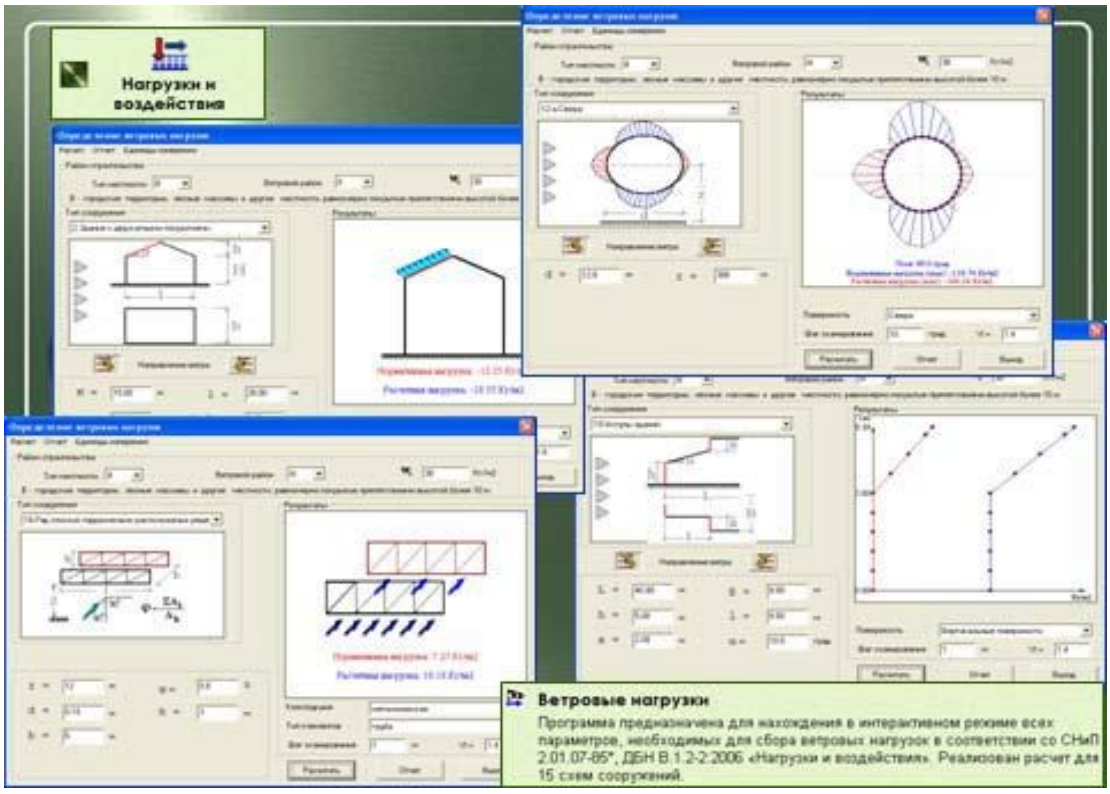
Рамы:



Расчет сечений



Нагрузки:


Нагрузки и воздействия
Ветровые нагрузки
Программа предназначена для нахождения в интерактивном режиме всех параметров, необходимых для сбора ветровых нагрузок в соответствии со СНиП 2.01.07-85*, ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия». Реализован расчет для 15 схем сооружений.

14 Технологии управления проектами в строительстве

В настоящее время их функционирование осуществляется в рамках инвестиционного портфеля, что обусловливает 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.

14.1. 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.

8) Ограничения по бюджету устанавливают предельную стоимость всего проекта или отдельных видов работ.

9) 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.

10) 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 проекта 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 ка-

лендарного 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.

14.2. 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) 10. Оптимизировать состав используемых ресурсов.

11) 11. Определить бюджет и распределение во времени плановых затрат проекта.

12) 12. Определить и промоделировать риски и неопределенности.

13) 13. Определить необходимые резервы, стоимости и потребности в материалах для исполнения запланированных показателей с заданной надежностью.

14) 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.

Список использованной литературы

Бесекерский В.А., Попов Е.П. «Теория систем автоматического управления. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2013. – 747 с.

Гудвин Г.К., С.Ф. Гребе, М.Э. Сальдаго «Проектирование систем управления»;пер. с англ. – М.:БИНОМ, Лаборатория знаний,2014. – 911 с.

«Теория автоматического управления»: Учеб. для машиностроит. спец. вузов/В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов и др.; Под ред.Ю.М. Соломенцева. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк.; 2000. – 268 с.: ил.

Анхимюк В.Л., Олейко О.Ф., Михеев Н.Н. «Теория автоматического управления». – М.: Дизайн ПРО, 2012. – 352 с.: ил.