

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет  
Кафедра «Экономика, организация строительства и управление  
недвижимостью»

ЭЛЕКТРОННЫЙ  
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
для студентов специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Минск  
БНТУ  
2023

Составитель:

И.И.Богомолов, доцент кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент

**Р е ц е н з е н т ы:**

А.Л. Родцевич, к.э.н., Первый заместитель директора УП «ЦННИТУ-ИТ».

Е.В. Россоха, заведующий кафедрой «Организация производства и экономика недвижимости» УО «Белорусский государственный технологический университет», к.э.н., доцент.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Электронный учебно-методический комплекс (УЭМК) по учебной дисциплине «Автоматизированные системы управления» подготовлен в соответствии с требованиями Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного Постановлением министерства образования Республики Беларусь от 26.07.2011 № 167. Содержание разделов УЭМК соответствует образовательным стандартам данной специальности, структуре и тематике учебной программы по дисциплине «Автоматизированные системы управления».

УЭМК включает теоретический, практический и вспомогательный разделы, а также раздел контроля знаний студентов.

В теоретической части УЭМК дается краткий конспект лекций и приводится структурированный материал по основным вопросам курса. Материал может быть использован для самостоятельной подготовки студентов к лекциям и лабораторным занятиям.

В практической части содержатся методические материалы для выполнения лабораторных работ.

Раздел контроля включает вопросы к зачету.

Вспомогательный раздел содержит список рекомендуемой литературы.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ .....	9
Раздел I. Исторический экскурс в развитие автоматизации управления ....	9
Тема 1.1. Развитие технических средств .....	9
Тема 1.2. История развития теории и практики управления.....	22
Тема 1.3. Информационные технологии в управлении строительством .....	32
Раздел II. Системы и системный подход.....	40
Раздел III. Автоматизированные системы управления (АСУ).....	55
Тема 3.1. Этапы развития АСУ .....	55
Тема 3.2. Классификация АСУ .....	60
Тема 3.3. Методология создания АСУ в строительстве .....	63
Раздел IV. Базы данных.....	78
Тема 4.1. Основные понятия .....	78
Тема 4.2. Современные технологии, используемые в работе с данными .....	81
Раздел V. Обеспечивающие подсистемы АСУ .....	119
Раздел VI. Организационно-технологические модели .....	164
Тема 6.1. Календарное планирование.....	164
Тема 6.2. Системы календарного планирования с применением систем управления проектами .....	185
Раздел VII. Основы сквозной автоматизации управления инвестиционно- строительным циклом .....	197
Тема 7.1. Системы автоматизации проектных работ.....	197
Тема 7.2. Системы автоматизированного выпуска смет .....	205
Тема 7.3. Программные средства, применяемые в обосновании инвестиций.....	215
Раздел VIII. Системы обоснования и поддержки принятия решения Системы поддержки принятия решений (СППР).....	221
Раздел IX. Применение BIM технологий при проектировании и управлении в строительстве.....	286



Тема 9.1. BIM история появления и основные определения и понятия.....	286
Тема 9.2. Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model).....	289
Тема 9.3. Практическое применение BIM технологий в строительстве.....	305
<b>РАЗДЕЛ 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.....</b>	<b>333</b>
<b>РАЗДЕЛ 3. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ .....</b>	<b>383</b>
<b>РАЗДЕЛ 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....</b>	<b>393</b>

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Автоматизированные системы управления» является одной из основных, формирующих профессиональные навыки инженеров.

Учебная программа по учебной дисциплине «Автоматизированные системы управления» разработана для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

Целью изучения учебной дисциплины является подготовка специалистов в области автоматизированных систем управления, владеющих теоретическими основами создания и практической реализацией автоматизированных систем управления для решения задач строительного производства и способных эффективно и квалифицированно принимать решения в вышеуказанных вопросах в современных условиях и выполнять руководящие функции в сложном многогранном процессе строительного производства.

Основными задачами преподавания учебной дисциплины являются: овладение системой базовых знаний, необходимых для квалифицированной постановки автоматизируемых задач подготовки и управления строительством; понимание функций пользователя, возможностей и перспектив использования современных информационных технологий в управлении строительством; изучение сущности системно-кибернетического подхода к автоматизации управления производством; основных этапов развития технических и программных средств, применяемых для управления производством; основ моделирования и основных экономико-математических методов, применяемых для решения формализуемых задач; методов решения неформализуемых задач управления строительством; методов подготовки обоснования и принятия организационно-технологических и управленческих решений; программного обеспечения и перспектив его применения в управлении инвестиционно-строительным циклом.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как: «Организация и управление в строительстве», «Технология строительного производства», «Экономика строительства», «Планирование строительного производства», «Информатика». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для подготовки к сдаче государственного экзамена и дипломному проектированию.

В результате изучения учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления» студент должен:

**знать:**

- сущность системно-кибернетического подхода к автоматизации управления производством;
- основные этапы развития технических и программных средств, применяемых для управления производством;
- основы моделирования и основные экономико-математические методы, применяемые для решения формализуемых задач;
- методы решения неформализуемых задач управления строительством;
- методы подготовки обоснования и принятия организационнотехнологических и управленческих решений, методы автоматизации этих решений;
- программное обеспечение и перспективы его применения в управлении инвестиционно-строительным циклом;
- управление в системах, типы регулирования, модели и моделирование систем;
- структуру нормативно-справочной и оперативной информации в строительстве;

- программные средства для организации и ведения информационной базы в строительстве;
- принципы организации данных, лежащие в основе современных систем управления базами данных (СУБД).

**уметь:**

- принимать и использовать оптимальные модели и экономикоматематические методы для решения формализуемых задач;
- выбирать и применять методы решения неформализуемых задач управления строительством;
- использовать методы автоматизации в процессе выработки организационно-технологических и управленческих решений;
- разрабатывать автоматизированные системы управления на различных уровнях управления строительным производством;
- применять программное обеспечение для управления инвестиционно-строительным циклом;
- использовать СУБД ACCESS для автоматизации основных задач подготовки строительного производства и учета выполненных работ.

**владеть:**

- методикой разработки автоматизированных систем управления;
  - экономико-математическими методами и методами автоматизации для решения задач управления строительным производством и выработки организационно-технологических и управленческих решений;
  - методикой работы с программным обеспечением для управления инвестиционно-строительным циклом;
- современными технологиями, используемыми в работе с данными.

# **РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

## **Раздел I. Исторический экскурс в развитие автоматизации управления**

### **Тема 1.1. Развитие технических средств**

#### **История вычислительной техники**

Всю историю вычислительной техники принято делить на три основных этапа – домеханический, механический, электронновычислительный. Эти три периода включают в себя весь прогресс от счета на пальцах до вычислений сверхмощных компьютеров.

Закономерно представить первым желанием любого первобытного человека сосчитать пальцы на руке. С увеличением объема вычислений появился первый счётный переносной инструмент, похожий на современные счёты. В средние века возникла необходимость в сложных вычислениях, потребовались счётные устройства, способные выполнять большой объём вычислений с высокой точностью.

Первый в мире эскизный рисунок тринадцатирядного десятичного суммирующего устройства на основе колес с десятью зубцами принадлежит Леонардо да Винчи.

Считается, что первым реально осуществленным и ставшим известным механическим цифровым вычислительным устройством стала "паскалина" великого французского ученого Блеза Паскаля. Через 30 лет после "паскалины" в 1673 г. появился "арифметический прибор" - двенадцатирядное десятичное устройство для выполнения арифметических операций, включая умножение и деление.

Прошло еще более ста лет и лишь в конце XVIII века во Франции были осуществлены следующие шаги, имеющие принципиальное значение для дальнейшего развития цифровой вычислительной техники - "программное" с помощью перфокарт управление ткацким станком, созданным Жозефом Жакаром. Эти новшества были использованы англичанином Чарльзом Беббиджем, осуществившим, качественно новый шаг в развитии средств цифровой вычислительной техники - переход от ручного к автоматическому выполнению вычислений по составленной программе.

В 1937 г. Джон Атанасов (болгарин по происхождению, живший в США) начал разработку специализированной ВМ, впервые применив электронные лампы (300 ламп).

Завершающую точку в создании первых ЭВМ поставили, почти одновременно, в 1949-52 гг. ученые Англии, Советского Союза и США (Морис Уилкс – ЭДСАК, 1949 г. Сергей Лебедев – МЭСМ, 1951 г., Джон Мочли и Преспер Эккерт, Джон фон Нейман – ЭДВАК, 1952 г.), создавшие ЭВМ с хранимой в памяти программой.

На следующем этапе цифровая техника сделала беспрецедентный рывок за счет интеллектуализации ЭВМ, в то время как аналоговая техника не вышла за рамки средств для автоматизации вычислений.

Что касается микроэлектроники, то следует сказать, что размеры электронных компонентов в настоящее время приближаются к пределу - 0,05 микрона.

## **Домеханический период**

### **1.Счет на пальцах.**

Счет на пальцах, несомненно, самый древний и наиболее простой способ вычисления. Обнаруженная в раскопках так называемая "вестоничская кость" с зарубками, оставленная древним человеком ещё 30 тыс. лет до нашей эры, позволяет историкам предположить, что уже тогда предки современного человека были знакомы с зачатками счета. У многих народов пальцы рук остаются инструментом счета и на более высоких ступенях развития. К числу этих народов принадлежали и греки, сохраняющие счет на пальцах в качестве практического средства очень долгое время.

### **2.Счет на камнях.**

Чтобы сделать процесс счета более удобным, первобытный человек начал использовать вместо пальцев небольшие камни. Он складывал из камней пирамиду и определял, сколько в ней камней, но если число велико, то подсчитать количество камней на глаз трудно. Поэтому он стал складывать из камней более мелкие пирамиды одинаковой величины, а из-за того что на руках десять пальцев, то пирамиду составляли именно десять камней.

### **3.Счет на Абаке.**

Следующим шагом было создание древнейших из известных счетов – "саламинская доска" по имени острова Саламин в Эгейском море – которые у греков и в Западной Европе назывались "абак", у китайцев – "суан - пан", у японцев – "серобян". Вычисления на них проводились путем перемещения счетных костей

и камешков (калькулей) в полосковых углублениях досок из бронзы, камня, слоновой кости, цветного стекла. Эти счеты сохранились до эпохи Возрождения, а в видоизмененном виде сначала как "дощатый щот" и как русские счеты до настоящего времени.

В своей примитивной форме абак представлял собой дощечку (позднее он принял вид доски, разделенной на колонки перегородками). На ней проводились линии, разделявшие ее на колонки, а камешки раскладывались в эти колонки по тому же позиционному принципу, по которому кладется число на наши счеты. Это нам известно от ряда греческих авторов.

Абак был «походным инструментом» греческого купца. О его коммерческом назначении свидетельствует то обстоятельство, что значения, приписываемые камешку в различных колонках, не выдержаны в постоянном числовом отношении друг к другу, а сообразованы с отношениями различных денежных единиц.

#### **4. Палочки Непера.**

Первым устройством для выполнения умножения был набор деревянных брусков, известных как палочки Непера. Они были изобретены шотландцем Джоном Непером. На таком наборе из деревянных брусков была размещена таблица умножения. Кроме того, Джон Непер изобрел логарифмы.

#### **5. Логарифмическая линейка.**

В 1654 г. Роберт Биссакар, а в 1657 г. независимо С. Патридж (Англия) разработали прямоугольную логарифмическую линейку - это счетный инструмент для упрощения вычислений, с помощью которого операции над числами заменяются операциями над логарифмами этих чисел. Конструкция линейки сохранилась в основном до наших дней.

Вычисления с помощью логарифмической линейки производятся просто, быстро, но приближенно. И, следовательно, она не годится для точных, например финансовых, расчетов.

### **Механический период**

#### **Общая история периода**

Эскиз механического тринадцатирядного суммирующего устройства с десятью колесами был разработан еще Леонардо да Винчи (1452—1519). По этим чертежам в наши дни фирма IBM в целях рекламы построила работоспособную машину.

Первая механическая счетная машина была изготовлена в 1623 г. профессором математики Вильгельмом Шиккардом (1592—1636). В ней были механизированы операции сложения и вычитания, а умножение и деление

выполнялось с элементами механизации. Но машина Шиккарда вскоре сгорела во время пожара. Поэтому биография механических вычислительных устройств ведется от суммирующей машины, изготовленной в 1642 г. Блезом Паскалем (1623—1662), в дальнейшем великим математиком и физиком.

В 1673 г. другой великий математик Готфрид Лейбниц разработал счетное устройство, на котором уже можно было умножать и делить. С некоторыми усовершенствованиями эти машины, а названы они были арифмометрами, использовались до недавнего времени.

В 1880г. создается в России арифмометр с зубчаткой с переменным количеством зубцов, а в 1890 году налаживает массовый выпуск усовершенствованных арифмометров, которые в первой четверти 19-ого века были основными математическими машинами, нашедшими применение во всем мире. Их модернизация "Феликс" выпускалась в СССР до 50-х годов (по другим сведениям до 1970 года).

Мысль о создании автоматической вычислительной машины, которая бы работала без участия человека, впервые была высказана английским математиком Чарльзом Бэббиджем (1791—1864) в начале XIX в. В 1820—1822 гг. он построил машину, которая могла вычислять таблицы значений многочленов второго порядка.

### **Машина Блеза Паскаля.**

Считается, что первую механическую машину, которая могла выполнять сложение и вычитание, изобрел в 1646г. молодой 18-летний французский математик и физик Блез Паскаль. Она называется "паскалина".

Формой своей машина напоминала длинный сундучок. Она была достаточно громоздка, имела несколько специальных рукояток, при помощи которых осуществлялось управление, имела ряд маленьких колес с зубьями. Первое колесо считало единицы, второе - десятки, третье - сотни и т. д. Сложение в машине Паскаля производится вращением колес вперед. Двигая их обратно, выполняется вычитание.

### **Машина Готфрида Лейбница**

Следующим шагом было изобретение машины, которая могла выполнять умножение и деление. Такую машину изобрел в 1671 г. немец Готфрид Лейбниц. Хотя машина Лейбница и была похожа на "Паскалину", она имела движущуюся часть и ручку, с помощью которой можно было крутить специальное колесо или цилиндры, расположенные внутри аппарата. Такой механизм позволил ускорить повторяющиеся операции сложения, необходимые для умножения. Само повторение тоже осуществлялось автоматически.



## **Перфокарты Жаккара.**

Французский ткач и механик Жозеф Жаккар создал первый образец машины, управляемой введением в нее информацией. В 1802 г. он построил машину, которая облегчила процесс производства тканей со сложным узором. При изготовлении такой ткани нужно поднять или опустить каждую из ряда нитей. После этого ткацкий станок протягивает между поднятыми и опущенными нитями другую нить. Затем каждая из нитей опускается или поднимается в определенном порядке и станок снова пропускает через них нить. Этот процесс многократно повторяется до тех пор, пока не будет получена нужная длина ткани с узором. Для задания узора на ткани Жаккар использовал ряды отверстий на картах. Если применялось десять нитей, то в каждом ряду карты предусматривалось место для десяти отверстий. Карта закреплялась на станке в устройстве, которое могло обнаруживать отверстия на карте. Это устройство с помощью шупов проверяло каждый ряд отверстий на карте. Информация на карте управляла станком.

### **Разностная машина Чарльза Бэббиджа**

В 1822 г. англичанин Чарльз Бэббидж построил счетное устройство, которое назвал разностной машиной. В эту машину вводилась информация на картах. Для выполнения ряда математических операций в машине применялись цифровые колеса с зубьями. Десять лет спустя Бэббидж спроектировал другое счетное устройство, гораздо более совершенное, которое назвал аналитической машиной.

Друг Бэббиджа, графиня Ада Лавлейс, показала, как можно использовать аналитическую машину для выполнения ряда конкретных вычислений. Чарльза Бэббиджа считают изобретателем компьютера, а Аду Лавлейс называют первым программистом компьютера.

В 1985 г. сотрудники Музея науки в Лондоне решили выяснить наконец, возможно ли на самом деле построить вычислительную машину Бэббиджа. После нескольких лет напряженной работы старания увенчались успехом. В ноябре 1991 г. незадолго до двухсотлетия со дня рождения знаменитого изобретателя, разностная машина впервые произвела серьезные вычисления.

После смерти Бэббиджа умер и его сын, но перед этим он успел построить несколько миникопий разностной машины Бэббиджа и разослать их по всему миру, дабы увековечить эту машину. В октябре 1995 года одна из тех копий была продана на лондонском аукционе австралийскому музею электричества в Сиднее за \$200,000.

## **Герман Холлерит.**

В конце XIX в. были созданы более сложные механические устройства. Самым важным из них было устройство, разработанное американцем Германом Холлеритом. Исключительность его заключалась в том, что в нем впервые была употреблена идея перфокарт и расчеты велись с помощью электрического тока. Это сочетание делало машину настолько работоспособной, что она получила широкое применение в своё время. Например, при переписи населения в США, проведенной в 1890 г., Холлерит, с помощью своих машин, смог выполнить за три года то, что вручную делалось бы в течении семи лет, причем гораздо большим числом людей.

## **Электронно-вычислительный период**

### **Первые электромеханические компьютеры**

Идеи создания электронных вычислительных машин возникли в конце 30-х - начале 40-х гг. независимо друг от друга в четырех странах: СССР, США, Великобритании и Германии. Во время второй мировой войны (с 1939 по 1945 г.) были построены несколько первых электромеханических компьютеров: **1943г. COLOSSUS-1**

Первым электронным компьютером стал английский COLOSSUS-1, использующийся для расшифровки секретного кода, который применяла Германия для передачи сообщений особой важности.

### **1942г. ABC(Atanasoff-Berry Computer).**

Это одна (более мощная) из двух машин, созданных в гг. профессором Атанасовым Джоном Винсентом и его аспирантом. Оригинальной особенностью ABC было разделение обрабатывающих и запоминающих устройств. Блок памяти состоял из набора конденсаторов с автоматическим восстановлением заряда. Информация вводилась с перфокарт. При вычислении использовалось двоичное представление чисел. Блок управления был собран на электронных лампах и позволял осуществлять многократное поразрядное сложение и вычитание чисел.

### **1944г. MARK-1**

Большой толчок в развитии вычислительной техники дала вторая мировая война: американским военным понадобился компьютер, которым стал "Марк-1" - первый в мире автоматический вычислительный компьютер, изобретённый в 1944 г. профессором Айкнем. В нём использовалось сочетание электрических сигналов и механических приводов. Программа обработки данных вводилась с перфоленты.

Размеры: 15x2,5 м, 750000 деталей. "Марк-1" мог перемножить два 23-х разрядных числа за 4 с.

ЭВМ появились, когда возникла острейшая необходимость в очень трудоемких и точных расчетах, особенно в таких областях науки и техники, как атомная физика и теория динамик полета и управления летательными аппаратами, в исследовании; аэродинамики больших скоростей. Между тем доэлектронная вычислительная техника (механическая и электромеханическая) позволяла только в ограниченной степени механизировать процессы вычислений. Требовался переход к элементам, работающим в более быстром темпе. Технические предпосылки для этого уже были созданы: развивалась электроника и счетно-аналитическая вычислительная техника. В 1904 г. Дж. Флеминг (Великобритания) изобрел первый ламповый диод, а в 1906 г. Ли де Форест (США) — первый триод. До середины 30-х гг. электронные лампы уже стояли во всех радиотехнических устройствах. Но эра ЭВМ начинается с изобретения лампового триггера. Это открытие было сделано независимо друг от друга советским ученым М. А. Бонч-Бруевичем (1918 г.) и английскими учеными У. Экклзом и Ф. Джорданом (1919 г.). Триггерные схемы постепенно стали широко применяться в электронике для переключения и релейной коммутации и т. д.

### **Аналоговые вычислительные машины (АВМ)**

В АВМ все математические величины представляются как непрерывные значения каких-либо физических величин. Главным образом, в качестве машинной переменной выступает напряжение электрической цепи. Их изменения происходят по тем же законам, что и изменения заданных функций. В этих машинах используется метод математического моделирования (создается модель исследуемого объекта). Результаты решения выводятся в виде зависимостей электрических напряжений в функции времени на экран осциллографа или фиксируются измерительными приборами. Основным назначением АВМ является решение линейных и дифференцированных уравнений.

Достоинства АВМ:

- высокая скорость решения задач, соизмеримая со скоростью прохождения электрического сигнала;
- простота конструкции АВМ;
- лёгкость подготовки задачи к решению;
- наглядность протекания исследуемых процессов, возможность изменения параметров исследуемых процессов во время самого исследования.

Недостатки АВМ:

- малая точность получаемых результатов (до 10%);
- алгоритмическая ограниченность решаемых задач;
- ручной ввод решаемой задачи в машину;
- большой объём задействованного оборудования, растущий с увеличением сложности задачи.

### **Электронные вычислительные машины (ЭВМ)**

В отличие от АВМ, в ЭВМ числа представляются в виде последовательности цифр. В современных ЭВМ числа представляются в виде кодов двоичных эквивалентов, то есть в виде комбинаций 1 и 0. В ЭВМ осуществляется принцип программного управления. ЭВМ можно разделить на цифровые, электрифицированные и счётно-аналитические (перфорационные) вычислительные машины.

ЭВМ разделяются на большие ЭВМ, мини-ЭВМ и микроЭВМ. Они отличаются своей архитектурой, техническими, эксплуатационными и габаритно-весовыми характеристиками, областями применения.

Достоинства ЭВМ:

- высокая точность вычислений;
- универсальность;
- автоматический ввод информации, необходимый для решения задачи;
- разнообразие задач, решаемых ЭВМ;
- независимость количества оборудования от сложности задачи.

Недостатки ЭВМ:

- сложность подготовки задачи к решению (необходимость специальных знаний методов решения задач и программирования);
- недостаточная наглядность протекания процессов, сложность изменения параметров этих процессов; сложность структуры ЭВМ, эксплуатация и техническое обслуживание;
- требование специальной аппаратуры при работе с элементами реальной аппаратуры.

### **Аналого-цифровые вычислительные машины (АЦВМ)**

АЦВМ - это такие машины, которые совмещают в себе достоинства АВМ и ЭВМ. Они имеют такие характеристики, как быстродействие, простота

программирования и универсальность. Основной операцией является интегрирование, которое выполняется с помощью цифровых интеграторов.

В АЦВМ числа представляются как в ЭВМ (последовательностью цифр), а метод решения задач как в АВМ (метод математического моделирования).

## Поколения ЭВМ

Можно выделить 4 основные поколения ЭВМ. Но деление компьютерной техники на поколения — весьма условная, нестрогая классификация по степени развития аппаратных и программных средств, а также способов общения с компьютером.

Идея делить машины на поколения вызвана к жизни тем, что за время короткой истории своего развития компьютерная техника проделала большую эволюцию, как в смысле элементной базы (лампы, транзисторы, микросхемы и др.), так и в смысле изменения её структуры, появления новых возможностей, расширения областей применения и характера использования.

### **I поколение (до 1955 г.)**

Все ЭВМ I-го поколения были сделаны на основе электронных ламп, что делало их ненадежными - лампы приходилось часто менять. Эти компьютеры были огромными, неудобными и слишком дорогими машинами, которые могли приобрести только крупные корпорации и правительства. Лампы потребляли огромное количество электроэнергии и выделяли много тепла.

Притом для каждой машины использовался свой язык программирования. Набор команд был небольшой, схема арифметикологического устройства и устройства управления достаточно проста, программное обеспечение практически отсутствовало. Показатели объема оперативной памяти и быстродействия были низкими. Для ввода-вывода использовались перфоленты, перфокарты, магнитные ленты и печатающие устройства, оперативные запоминающие устройства были реализованы на основе ртутных линий задержки электронно-лучевых трубок.

Эти неудобства начали преодолевать путем интенсивной разработки средств автоматизации программирования, создания систем обслуживающих программ, упрощающих работу на машине и увеличивающих эффективность её использования. Это, в свою очередь, потребовало значительных изменений в структуре компьютеров, направленных на то, чтобы приблизить её к требованиям, возникшим из опыта эксплуатации компьютеров.

## **Основные компьютеры первого поколения:**

### **1946г. ЭНИАК**

В 1946 г. американские инженер-электронщик Дж. П. Эккерт и физик Дж. У. Моучли в Пенсильванском университете сконструировали, по заказу военного ведомства США, первую электронно-вычислительную машину - "Эниак" (Electronic Numerical Integrator and Computer), которая предназначалась для решения задач баллистики. Она работала в тысячу раз быстрее, чем "Марк-1", выполняя за одну секунду 300 умножений или 5000 сложений многоразрядных чисел. Размеры: 30 м в длину, объём - 85 м<sup>3</sup>, вес - 30 тонн. Использовалось около 20000 электронных ламп и 1500 реле. Мощность ее была до 150 кВт.

### **1949г. ЭДСАК.**

Первая машина с хранимой программой - "Эдсак" - была создана в Кембриджском университете (Англия) в 1949 г. Она имела запоминающее устройство на 512 ртутных линиях задержки. Время выполнения сложения было 0,07 мс, умножения - 8,5 мс.

### **1951г. МЭСМ**

В 1948г. году академик Сергей Алексеевич Лебедев предложил проект первой на континенте Европы ЭВМ - Малой электронной счетнорешающей машины (МЭСМ). В 1951г. МЭСМ официально вводится в эксплуатацию, на ней регулярно решаются вычислительные задачи. Машина оперировала с 20-ти разрядными двоичными кодами с быстродействием 50 операций в секунду, имела оперативную память в 100 ячеек на электронных лампах.

### **1951г. UNIVAC-1. (Англия)**

В 1951 г. была создана машина "Юнивак"(UNIVAC) - первый серийный компьютер с хранимой программой. В этой машине впервые была использована магнитная лента для записи и хранения информации.

### **1952 г.БЭСМ-2**

1952 г. вводится в эксплуатацию БЭСМ-2 (большая электронная счетная машина) с быстродействием около 10 тыс. операций в секунду над 39-ти разрядными двоичными числами. Оперативная память на электронно-акустических линиях задержки - 1024 слова, затем на электронно-лучевых трубках и позже на ферритовых сердечниках. ВЗУ состояло из двух магнитных барабанов и магнитной ленты емкостью свыше 100 тыс. слов.

## **II поколение**

В 1958 г. в ЭВМ были применены полупроводниковые транзисторы, изобретенные в 1948 г. Уильямом Шокли, они были более надёжны, долговечны,

малы, могли выполнить значительно более сложные вычисления, обладали большой оперативной памятью. 1 транзистор способен был заменить ~ 40 электронных ламп и работает с большей скоростью.

Во II-ом поколении компьютеров дискретные транзисторные логические элементы вытеснили электронные лампы. В качестве носителей информации использовались магнитные ленты ("БЭСМ-6", "Минск-2", "Урал-14") и магнитные сердечники, появились высокопроизводительные устройства для работы с магнитными лентами, магнитные барабаны и первые магнитные диски.

В качестве программного обеспечения стали использовать языки программирования высокого уровня, были написаны специальные трансляторы с этих языков на язык машинных команд. Для ускорения вычислений в этих машинах было реализовано некоторое перекрытие команд: последующая команда начинала выполняться до окончания предыдущей.

Появился широкий набор библиотечных программ для решения разнообразных математических задач. Появились мониторные системы, управляющие режимом трансляции и исполнения программ. Из мониторных систем в дальнейшем выросли современные операционные системы.

Машинам второго поколения была свойственна программная несовместимость, которая затрудняла организацию крупных информационных систем. Поэтому в середине 60-х годов наметился переход к созданию компьютеров, программно-совместимых и построенных на микроэлектронной технологической базе.

### **III поколение**

В 1960 г. появились первые интегральные схемы (ИС), которые получили широкое распространение в связи с малыми размерами, но громадными возможностями. ИС - это кремниевый кристалл, площадь которого примерно 10 мм<sup>2</sup>. Одна ИС способна заменить десятки тысяч транзисторов. Один кристалл выполняет такую же работу, как и 30-ти тонный "Эниак". А компьютер с использованием ИС достигает производительности в 10 млн. операций в секунду.

В 1964 году, фирма IBM объявила о создании шести моделей семейства IBM 360 (System 360), ставших первыми компьютерами третьего поколения.

Машины третьего поколения — это семейства машин с единой архитектурой, т. е. программно-совместимых. В качестве элементной базы в них используются интегральные схемы, которые также называются микросхемами.

Машины третьего поколения имеют развитые операционные системы. Они обладают возможностями мультипрограммирования, т. е. одновременного выполнения нескольких программ. Многие задачи управления памятью, устройствами и ресурсами стала брать на себя операционная система или же непосредственно сама машина.

Примеры машин третьего поколения — семейства IBM-360, IBM-370, ЕС ЭВМ (Единая система ЭВМ), СМ ЭВМ (Семейство малых ЭВМ) и др. Быстродействие машин внутри семейства изменяется от нескольких десятков тысяч до миллионов операций в секунду. Ёмкость оперативной памяти достигает нескольких сотен тысяч слов.

#### **IV поколение(с 1972 г. по настоящее время)**

Четвёртое поколение — это современное поколение компьютерной техники, разработанное после 1970 года.

Впервые стали применяться большие интегральные схемы (БИС), которые по мощности примерно соответствовали 1000 ИС. Это привело к снижению стоимости производства компьютеров. В 1980 г. центральный процессор небольшой ЭВМ оказалось возможным разместить на кристалле площадью 1/4 дюйма (0,635 кв.см). БИСы применялись уже в таких компьютерах, как “Иллиак”, ”Эльбрус”, ”Макинтош”. Быстродействие таких машин составляет тысячи миллионов операций в секунду. Ёмкость ОЗУ возросла до 500 млн. двоичных разрядов. В таких машинах одновременно выполняются несколько команд над несколькими наборами операндов.

С точки зрения структуры машины этого поколения представляют собой многопроцессорные и многомашинные комплексы, работающие на общую память и общее поле внешних устройств. Ёмкость оперативной памяти порядка Мбайт.

Распространение персональных компьютеров к концу 70-х годов привело к некоторому снижению спроса на большие ЭВМ и мини-ЭВМ.

Это стало предметом серьезного беспокойства фирмы IBM (International Business Machines Corporation) — ведущей компании по производству больших ЭВМ, и в 1979 г. фирма IBM решила попробовать свои силы на рынке персональных компьютеров, создав первые персональные компьютеры - IBM PC.



## **Персональный компьютер**

Персональный Компьютер, компьютер, специально созданный для работы в однопользовательском режиме. Появление персонального компьютера прямо связано с рождением микрокомпьютера. Очень часто термины «персональный компьютер» и «микрокомпьютер» используются как синонимы.

ПК - настольный или портативный компьютер, который использует микропроцессор в качестве единственного центрального процессора, выполняющего все логические и арифметические операции. Эти компьютеры относят к вычислительным машинам четвертого и пятого поколения.

Персональный компьютер в 1978 году обладал 8 разрядной шиной данных, 4,77 МГц тактовой частоты, оперативной памятью до 640кб, жестким диском емкостью 10 -20 Мб.

Помимо ноутбуков, к переносным микрокомпьютерам относят и карманные компьютеры — палмтопы. Основными признаками ПК являются шинная организация системы, высокая стандартизация аппаратных и программных средств, ориентация на широкий круг потребителей.

### **Анатомия персонального компьютера**

С развитием полупроводниковой техники персональный компьютер, получив компактные электронные компоненты, увеличил свои способности вычислять и запоминать. А усовершенствование программного обеспечения облегчило работу с ЭВМ для лиц с весьма слабым представлением о компьютерной технике. Основные компоненты: плата памяти и дополнительное запоминающее устройство с произвольной выборкой (РАМ); главная панель с микропроцессором (центральным процессором) и местом для РАМ; интерфейс печатной платы; интерфейс платы дисководов; устройство дисководов (со шнуром), позволяющее считывать и записывать данные на магнитных дисках; съемные магнитные или гибкие диски для хранения информации вне компьютера; панель для ввода текста и данных.

### **Какими должны быть ЭВМ V поколения.**

Сейчас ведутся интенсивные разработки ЭВМ V поколения. Разработка последующих поколений компьютеров производится на основе больших интегральных схем повышенной степени интеграции, использования оптоэлектронных принципов (лазеры, голография).

Ставятся совершенно другие задачи, нежели при разработке всех прежних ЭВМ. Если перед разработчиками ЭВМ с I по IV поколений стояли такие задачи, как увеличение производительности в области числовых расчётов, достижение большой ёмкости памяти, то основной задачей разработчиков ЭВМ V поколения является создание искусственного интеллекта машины (возможность делать логические выводы из представленных фактов), развитие "интеллектуализации" компьютеров - устранения барьера между человеком и компьютером. Компьютеры будут способны воспринимать информацию с рукописного или печатного текста, с бланков, с человеческого голоса, узнавать пользователя по голосу, осуществлять перевод с одного языка на другой. Это позволит общаться с ЭВМ всем пользователям, даже тем, кто не обладает специальных знаний в этой области. ЭВМ будет помощником человеку во всех областях знаний.

## **Тема 1.2. История развития теории и практики управления**

Понятия «управление» и «организация» в строительном производстве тесно связаны между собой.

**Управление** является особым видом деятельности, направленной на упорядочение, согласование коллективных действий людей для достижения стоящих перед ними целей. Управленческая деятельность – неотъемлемый и наиболее важный компонент функционирования организаций. Управление как особая разновидность профессионального труда возникло и развивалось вместе с эволюцией организаций, постепенно выделяясь в самостоятельный тип. Понять истоки и природу этой деятельности можно, лишь обратившись к феномену управления как общесоциальному явлению. Присущие людям потребность и способность работать вместе в соорганизации друг с другом требуют координации индивидуальных действий, их согласования и управления совместной деятельностью. Поэтому принято считать, что «управление старо как мир». Оно зарождалось вместе с цивилизацией, развивалось в ходе ее эволюции и является одним из ее важнейших факторов. Понятие «управление» («менеджмент» как его часть, связанная с управлением бизнесом) трансформировалось в специальную отрасль знаний только в конце XIX – начале XX в. с началом научно-технической революции (НТР), развитием промышленности и становлением мировой экономики на рельсы индустриализации.

**Функции управления** – это постоянно повторяющиеся действия, осуществляемые по определенному алгоритму, отличающиеся однородностью целей, действий или объекта приложения этих действий. Состав общих функций

управления не зависит от объекта управления, они существуют при управлении в любой сфере деятельности человека.

Впервые разработку общих функций выполнил Анри Файоль. По его утверждению, «управлять означает предсказывать и планировать, организовывать, распоряжаться, координировать и контролировать».

**Организация** является основной функцией управления, суть которой – осуществление определенной структурированности, внутренней упорядоченности, согласованности взаимодействия относительно автономных частей в системном объекте. Организация производства подразумевает способы эффективного использования производственных ресурсов в производственно-хозяйственной и финансовой деятельности и улучшение на этой основе экономических результатов.

**Организация и управление строительством** подразумевает управление строительным производством и заключается в управлении всеми процессами при строительстве зданий и сооружений. Управление строительным производством должно обеспечить высокую производительность труда на строительных и монтажных работах, сокращение сроков строительства, снижение себестоимости строительных и монтажных работ, сокращение объёмов незавершённого строительства, высокое качество строительных работ, устранение убыточности в работе строительных организаций.

### **Становление и развитие теории управления и научной организации труда**

В России серьезное внимание вопросам управления государством уделялось начиная с XVII в., особенно в период правления Петра I. Определенный вклад в становление науки управления внесли идеи - экономиста А.Л. Ордын-Нащокина, кабинет-министра А.П. Волынского, управляющего горными заводами В.Н. Татищева, М.В. Ломоносова, премьер-министра П.А.Столыпина, других мыслителей и практиков, высказывавшихся по общим проблемам управления (И.Т. Посошков, М.М. Сперанский и др.).

Впервые систему организации и управления предприятием использовал английский текстильный фабрикант Ричард Аркрайт (1732– 1792) в конце XVIII в. Им был разработан и применен «фабричный кодекс», в котором было определено, что рабочие должны работать строго по расписанию.

Задолго до Фредерика Тейлора первые шаги в области научного менеджмента (в 1860-1870-х годах) сделали сотрудники Московского высшего технического училища (ныне МГТУ имени Н.Э. Баумана), разработав собственную

методику рационализации трудовых движений. Она получила медаль «Преуспевания» на Всемирной торговой выставке в Вене в 1873 г. И эту методику сразу же стали активно внедрять английские промышленники.

С развитием промышленности, усложнением и необходимостью более эффективной работы организации управлению производством стали уделять больше внимания. Наука об организации труда как система сформулированных научных положений, относящихся к этой области знаний, зародилась в конце XIX в. и связана с именем американского ученого Фредерика Уинслоу Тейлора (1856–1915). Тейлор был первым, кто объединил замыслы и попытки в области рационализации трудовых процессов в систему знаний, положив тем самым начало науке об организации труда и производства. Ф.У. Тейлором впервые была осуществлена организация элементов производства внутри предприятия, основу которой составили:

- разделение процесса подготовки к выполнению производственных операций и процесса их исполнения;
- разложение трудовых процессов на операции и закрепление за каждым рабочим одной повторяющейся операции;
- хронометраж исполнения операций и работ в целях определения и исключения ненужной лишней работы;
- создание системы учета результатов и контроля хода производства.

В работах «Научные основы организации промышленных предприятий», «Научная организация труда» и других Тейлор разработал методы анализа трудовых процессов, нормирования труда и его оплаты, принципы организации труда и управления предприятием.

Генри Лоуренс Гантт (1861–1919) – американский инженер, консультант по вопросам управления, один из наиболее ортодоксальных последователей Ф. У. Тейлора. Г. Гантт занимался поиском точных методов анализа управленческих проблем. Г. Гантт усматривал одна из причин неэффективности производства в том, что задания и отдельные нормы определялись тем, что было сделано в прошлом, или чьим-то мнением о том, что могло быть сделано. Однако научное управление могло решить основную задачу увеличения производительности труда только при условии точного научного знания.

В своих работах Г. Гантт сосредоточил внимание на изучении производственного процесса в целом. Целью его исследований являлось совершенствование механизмов функционирования предприятия на основе

обновления системы формирования задач и распределения поощрений и премий. В отличие от Ф. У. Тейлора, для которого все факторы производства, включая и человеческие ресурсы, были равнозначны с точки зрения достижения целей предприятия, Г. Гантт подчеркивал приоритет человеческого фактора. По его мнению, важнейшую роль в процессе рационализации производственного процесса играет персонал. Поскольку рабочие – ключевая переменная, все остальные элементы производственного процесса должны к ним приспособляться. Кроме того, в своей теории он делал упор на метод, а не на нормирование.

Одной из главных заслуг Г. Гантта перед управленческой наукой является создание графической интерпретации менеджмента. Г. Гантт считается создателем оперативного и календарного планирования деятельности предприятия. С целью планирования и контроля производственных процессов, а также для отражения баланса ежедневного производства, времени и резерва выполнения работ, загрузки материалов и оборудования, движения средств производства, производительности рабочего и машин и т. д. им использовался метод диаграмм. Система плановых графиков получила название графиков Гантта или диаграмм Гантта.

Разработкой формата диаграммы Г. Гантт стал заниматься в начале 1900-х гг. и полностью завершил эту работу в годы Первой мировой войны. В 1903 г. на заседании ASME он прочитал доклад «Графическое ежедневное сопоставление плана и факта производства в обрабатывающей промышленности». Этот доклад стал первой работой, посвященной графическому изображению производственных потоков.

Выдающийся вклад в становление и развитие организации труда и производства на основе конвейерных линий в автомобиле- и тракторостроительном комплексах принадлежит американцу Генри Форду-старшему (1860–1947 гг.). Посредством разделения производственных процессов на отдельные операции и на основе их рационализации ему удалось сократить нахождение автомобиля на сборочном конвейере с полутора дней до 93 мин, уменьшив при этом существенно затраты труда рабочих-сборщиков и величину производственных запасов необходимых деталей.

Кароль Адамецкий, работавший в Польше и России в начале XX в., также относится к создателям науки об организации производства. Он является создателем теории построения производственных процессов во времени. Им разработаны методы графического отображения движения деталей по операциям и предложены формулы для расчета продолжительности производственного цикла.

Наряду с достижениями отмеченных выше и других зарубежных ученых и практиков в развитии научной организации труда, в этой области знаний и в практической их реализации достойно представлены отечественные исследователи и разработчики.

Первые десятилетия XX в. (20-е – начало 30-х гг.) в нашей стране отмечены значительными достижениями в развитии теории и практики научной организации труда.

Одним из первых российских теоретиков науки об организации был Александр Александрович Богданов (1873–1928). В 1912 г. вышло первое, а в 1922 г. – третье, переработанное и дополненное, издание его фундаментального труда «Тектология (всеобщая организационная наука)». Как пояснял автор, «тектология» в переводе с греческого означает учение о строительстве. «Строительство» – наиболее широкий, подходящий синоним для современного понятия «организации». Такие положения и идеи науки тектологии, как системность в подходах к организации производства, применение обратной связи при реализации организационных планов, моделирование производственных процессов и др., предвосхитили идеи науки кибернетики, которые были выдвинуты гораздо позднее, в 50–60 гг. XX в.

Видным деятелем в области научной организации труда и производства, выдающимся исследователем и организатором науки, автором свыше 200 научных работ был Алексей Капитонович Гастев (1882–1938 гг.). Основные его научные труды: «Как надо работать» (1921); «Трудовые установки» (1924); «Нормирование и организация труда» (1929); «Научная организация труда» (1935). А.К. Гастев был самобытным ученым и писателем. Но главным его «произведением» стал созданный в 1920 г. Институт труда при ВЦСПС, преобразованный в 1921 г. в Центральный институт труда (ЦИТ), бессменным руководителем которого он был вплоть до ареста и трагической кончины в результате политических репрессий.

Основными направлениями деятельности ЦИТ после того, как он окончательно сформировался, были общеметодологическая работа по научной организации труда и производства, состоящая из исследования различных форм современной организации труда и производства, выработки методов и системы их рационализации, а также технической реконструкции производства.

Отличительной особенностью методов исследования и рационализации трудовых процессов, проводимых ЦИТ (а это определялось, конечно, установками А.К. Гастева), было сосредоточение внимания на отдельном рабочем месте и на строго ограниченных операциях – так называемое исследование на узкой базе.

ЦИТ во главе с А.К. Гастевым впервые в мировой практике начал разработку методов проектирования организации труда при проектировании предприятий.

Особая страница в работе ЦИТ – подготовка квалифицированных рабочих, обучение персонала предприятий правилам работы. В учебных пунктах (число их составило более чем 1500), расположенных в разных городах страны, ЦИТ проводил обучение рабочих рациональным приемам и методам труда.

В январе 1921 г. была проведена Первая Всероссийская инициативная конференция по научной организации труда (НОТ) и производства, на которой сделана попытка установить согласованные основные понятия и сформулировать задачи и направления работы по НОТ в стране, определить степень применимости теории и методов Тейлора к условиям СССР.

Если говорить о теоретиках НОТ, нельзя не упомянуть и Владимира Ильича Ленина, хотя иногда его позиции в отношении НОТ не всегда однозначны. В его трактовке организация труда – это железный порядок, строжайшая дисциплина, учет и контроль, социалистическое соревнование. При этом интересы отдельных людей были на втором плане, все должно было быть подчинено создаваемой в то время государственной системе. Во время НЭПа (новой экономической политики), после 1921 г. отношение В.И. Ленина к методам организации труда, к вопросам материального стимулирования и частного предпринимательства начало постепенно изменяться. Он стал признавать как тактическую меру необходимость поддержания рыночных отношений.

Вторая половина 30-х гг. ознаменовалась разгромом всего, что было связано с НОТ. Были упразднены отделы и бюро по НОТ в центральных ведомствах, в которых стал господствовать административный дух и авторитарный стиль руководства. Делалась ставка на «сильных» руководителей, на устранение всякого подобия демократичности в управлении. Затем дошла очередь и до научноисследовательских институтов. ЦИТ из центрального превратили в ведомственный, а затем (в 1940 г.) он прекратил свое существование. Исчез из оборота сам термин «НОТ». Были закрыты другие институты по НОТ и научные журналы, репрессированы самые последовательные сторонники идей НОТ. Наступил период чисто административных методов руководства.

В период индустриализации страны в 30–40-х гг. XX в. многое было сделано в плане совершенствования строительного дела, в поиске путей ускорения сроков строительства и снижения производственных потерь.

К наиболее значимым достижениям отечественной науки и практики относится разработка и реализация методов поточного строительства и производства строительного-монтажных работ. В разработку и дальнейшее развитие

теории и методов организации строительного потока большой вклад внесли отечественные ученые

М.С. Будников, М.В. Вавилов, А.А. Гармаш, Б.П. Горбушин, А.И. Неровецкий, В.И. Батулин, В.В. Чихачев, Н.И. Пентковский, Е.И. Вареник.

Поточный метод строительства и производства строительномонтажных работ обеспечивает, прежде всего, ритмичность и непрерывность производства, в результате чего осуществляется более полная загрузка строительных машин, строительных бригад и т.д. и в конечном счете сокращаются сроки возведения объектов и издержки производства. Достоинства и преимущества поточного метода подтверждены отечественной и зарубежной практикой строительства. Этот метод успешно применяли строительные организации Москвы, Ленинграда, Киева, Новокуйбышевска и других городов при строительстве жилых домов. В промышленном строительстве поточный метод успешно применялся в Череповце, Магнитогорске, Новокузнецке, Днепропетровске, Запорожье и других городах при возведении объектов различного назначения.

Русский инженер Эрисмус в 1925 году представил **сетевой график**, который в 1957 году Дж.Е. Келли и М.Р. Уолкер использовали для расчета на ЭВМ.

История **метода критического пути** (МКП) уходит корнями в 40е годы XX века, к проекту «Манхэттен». Именно тогда в химической компании DuPont, принимавшей участие в проекте, разработали первые методы, которые легли в основу МКП.

В 1956 г. М. Уолкер, исследуя возможности более эффективного использования принадлежащей фирме вычислительной машины Univac, объединил свои усилия с Д. Келли из группы планирования капитального строительства фирмы "Ремингтон Рэнд". Они попытались использовать ЭВМ для составления планов-графиков крупных комплексов работ по модернизации заводов фирмы "Дюпон". В результате был создан рациональный и простой метод описания проекта с использованием ЭВМ. Первоначально он был назван методом Уолкера-Келли, а позже получил название метода критического пути-- МКП (или СРМ -- Critical Path Method).

Параллельно и независимо в военно-морских силах США был создан метод анализа и оценки программ PERT (Program Evaluation and Review Technique). Данный метод был разработан корпорацией "Локхид" и консалтинговой фирмой "Буз, Аллен энд Гамильтон" для реализации проекта разработки ракетной системы "Поларис", который объединял около 3800 основных подрядчиков и состоящего из 60 тыс. операций. Использование метода



PERT позволило руководству программы точно знать, что требуется делать в каждый момент времени и кто именно должен это делать, а также вероятность своевременного завершения отдельных операций. Проект удалось завершить на два года раньше запланированного срока благодаря успешному руководству программы.

В СССР начало работ по сетевому планированию относят к 1961 году. Тогда методы сетевого планирования нашли применение в строительстве и научных разработках. При создании советских подводных ракетоносцев применялся специально разработанный вариант автоматизированной системы программно-целевого управления. В последующие годы сетевое планирование в СССР получило широкое применение. Сетевое планирование рассматривалось в широком контексте, в виде развитой системы планирования и управления сложными проектами и программами. Целями сетевого планирования были рациональная организация производственных и иных процессов; выявление временных и материальных ресурсов; управление проектами и программами; предупреждение и устранение возможных отклонений от запланированных результатов; улучшение социально-экономических и других показателей системы; четкое распределение ответственности руководителей и исполнителей различных уровней; повышение эффективности программ и проектов

На соединение достоинств поточной организации строительства и сетевых методов планирования и управления ходом производства строительно-монтажных и других работ были направлены разработки российских ученых Е.И. Вареника, Г.Э. Парабук, В.А. Афанасьева. Следует отметить разработки ГИПРОТИС (Государственный институт типового и экспериментального проектирования и технических исследований) (А.А. Гусаков) и ЦНИИ ОМТП (Центральный научноисследовательский институт организации, механизации и технической помощи строительству) (П.П. Олейник, В.В. Шахпоронов). Разработки ученых и научных организаций, а также кафедр Московского института управления, Московского, Ленинградского, Киевского, Одесского и других инженерно-строительных институтов легли в основу созданных автоматизированных систем управления строительством (АСУС) с использованием электронно-вычислительной техники.

С использованием АСУС построены многие объекты в бывшем СССР, которые эксплуатировались во всех строительных министерствах, Главных управлениях по строительству, в подавляющем большинстве крупных строительных трестах. Создание АСУС явилось качественно новой ступенью в науке и практике организации строительства и строительного производства. В

настоящее время в мире разработаны и эксплуатируются различные системы автоматизированного планирования, контроля и управления ходом строительства как отдельных крупных объектов, так и в рамках программы работ в целом строительной фирмы. Параллельно с развитием науки и практики управления формировались учебные курсы по организации строительства и строительного производства. Большой вклад в становление учебных курсов по организации строительства внесли профессора А.В. Барановский, Е.И. Вареник, Н.И. Пентковский, И.Г. Галкин, А.К. Шрейбер, Т.Н. Цай.

Важным этапом развития методов управления явилось появление ТОС (теория ограничений) — методология управления проектами и организациями, созданная Элияху Голдраттом. В основе ТОС — поиск и управление ключевым ограничением системы, которое определяет ее эффективность. DBR (барабан-буфер-верёвка) — один из методов теории ограничений, направленный на «расширение» ограничений системы, подчинение производства максимально эффективному использованию ограничения. Построен на использовании плана-графика работ для ограничения (барабан), в котором прописан защитный буфер, защищающий от простаивания (буфер), и на организации механизма своевременного отпуска работы в производство. ТОС в итоге трансформировалась в одну из самых популярных методологий управления проектами - «метод критической цепи»

Впервые понятие «метод критической цепи» прозвучало в книге Э.Голдратта «Критическая цепь».

В 1997 году Голдратт понял, что для внедрения методики в жизнь, она должна быть максимально простой и понятной. User-friendly подход через 20 лет после создания теории ограничений вылился в её бизнесверсию—CCPM— Critical Chain Project Management.

**Метод критической цепи (МКЦ)** – это метод планирования и управления проектами, который обращает большее внимание на ограничения, связанные с ресурсами проекта. Он основан на методах и алгоритмах теории ограничений. Этот метод противоположен методам критического пути или PERT в том смысле, что он не предполагает жесткой последовательности задач и жесткого планирования. Напротив, календарный план, составленный с использованием МКЦ, содержит выровненную нагрузку ресурсов по времени, но требует от исполнителей задач быть гибкими по ношению ко времени начала выполнения задач и быстро переключаться между задачами и цепочками задач (но не работать над ними одновременно), с целью удержать весь проект в рамках запланированного времени. То есть МКЦ предлагает сконцентрировать внимание не на достижении оценок

задач и промежуточных вех, а на достижении единственно важной даты – обещанной даты завершения проекта.

МКЦ вводит такое понятие, как критическая цепь задач, или просто критическая цепь. Критическая цепь – это последовательность задач, от длительности которых зависит общая длительность всего проекта.

МКЦ позволил многим производственным компаниям резко увеличить свою производительность. К сожалению, в странах СНГ он не очень распространен.

В настоящее время все более широкое применение находит **информационное проектирование (ВІМ-технологии)**. Основные принципы информационного подхода в проектировании, которые составляют основу ВІМ:

- трехмерное моделирование;
- автоматическое получение документации;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- соответствующие объектам наборы проектных данных;
- распределение строительства по временным этапам.

ВІМ-модель, можно назвать копией здания в виртуальной компьютерной среде.

**Таблица 1.1. Основные этапы становление и развитие теории управления строительством**

Годы	Достижения
1895	Линейные графики Ганта
1930-1948	М.В. Вавилов - методология проектирования организации строительства. О.А. Вутке, А. А. Гармаш, М. С.Будников, и др. – теория потока, циклограммы
1937	Циклограмма предложена М. С. Будниковым
1940	Проект организации строительства (ПОС) – впервые включен как обязательный документ в ПСД
1949-1961	Практическое становление и реализация теории поточного строительства
1956	Метод критического пути -- МКП (или СРМ -- Critical Path Method).
1958	Метод анализа и оценки программ PERT (Program Evaluation and Review Technique)

1962- 1967	Внедрение сетевых моделей в строительстве и их увязка с поточными методами. Применение математических методов (теория графов, теория игр) и вычислительной техники для решения локальных задач в основном в научных организациях
1968- 1975	Широкое внедрение вычислительной техники, семантического моделирования в САПР
1971- 1978	Разработаны основные эвристические алгоритмы календарного планирования работ с распределением ресурсов «Калибровка» и «Сглаживание», а также обобщенные сетевые модели и другие методы календарного планирования
1976- 1985	Создание первых подсистем автоматизированного проектирования - технологических линий проектирования (ТЛП). Разработка системотехнических принципов стыковки САПР, АСУ, АСОД и др.
1986- 1990	Внедрение текстовых редакторов, СУБД, табл. процессоров и др. стандартных коммерческих программ. Конвейерная и параллельная обработка информации. Создание комплексов.
1991- 1995	Повсеместное распространение учетных комплексов задач
1997	Голдратт, создатель теории ограничений, создал её бизнес-версию — Метод критической цепи (ССРМ — Critical Chain Project Management)
2000 -по н. время	Совершенствование графического моделирования. Интеллектуализация программ. Развитие экспертных систем

### **Тема 1.3. Информационные технологии в управлении строительством**

Обработкой информации человек занимался на всех этапах своего развития. Обмен информации возник несколько млн, лет назад вместе с первыми приемами общения (мимика, жесты, звуки и т.п.). С появлением устной речи (100000 лет назад) появилась возможность накопления информации.

Следующий этап - появление письменности (5-6 тыс. лет назад), давшей человечеству коллективную память. Она позволила реализовать полный набор процессов циркуляции и переработки информации: ее сбор, передачу, переработку, хранение и доведение до пользователя.

Носители информации – это материальное воплощение данных той или иной формы представления (бумага, пергамент, папирус, береста...).

### **Понятие информационной технологии**

Технология при переводе с греческого (techne) означает искусство, мастерство, умение, а это не что иное, как процессы.

*Под процессом* следует понимать определенную совокупность действий, направленных на достижение поставленной цели. Процесс должен определяться выбранной человеком стратегией и реализоваться с помощью совокупности различных средств и методов.

*Под технологией материального производства* понимают совокупность средств и методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья или материала. Технология изменяет качество или первоначальное состояние материи в целях получения продукта.

Информация является одним из ценнейших ресурсов общества, наряду с такими традиционными материальными видами ресурсов, как нефть, газ, полезные ископаемые и др., а значит, процесс ее переработки по аналогии с процессами переработки материальных ресурсов можно воспринимать как технологию.

*Информационная технология (ИТ)* - совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

Цель информационной технологии - производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.

Практическое приложение методов и средств обработки данных может быть различным, поэтому целесообразно выделить глобальные, базовые и конкретные информационные технологии.

- *Глобальная информационная технология* включает модели методы и средства, формализующие и позволяющие использовать информационные ресурсы общества.

- **Базовая информационная технология** предназначена для определенной области применения (производство, научные исследования, обучение и т.д.).

- **Конкретные информационные технологии** реализуют обработку данных при решении функциональных задач пользователей (например, задачи учета, планирования, анализа).

**Информация** – это те продукты или услуги, которые предназначены их производителем для передачи знаний в максимально доступной для потенциального потребителя форме.

На своем высшем уровне отражение в своей результативной форме выступает как знание. Можно ли знание отождествлять с информацией? А.Г. Спиркин: «...Знание противоположно незнанию, т.е. отсутствию проверенной информации о чем-либо...». Знания могут появиться только после получения и переработки информации. Таким образом, знание выступает звеном в цепи: возникновение - передача - получение - переработка - дальнейшая передача трансформированной информации.

Понятия «информация» и «знание» очень близки, а знание, осведомленность играют сегодня очень важную роль в жизни людей. Для технической науки, как информатика, понятие информации, однако, не может основываться на таких антропоцентрических понятиях, как знание, и не может опираться только на объективность фактов и свидетельств. С.В.Симонович: «Средства вычислительной техники обладают способностью обрабатывать информацию автоматически, без участия человека, и ни о каком знании или незнании здесь речь идти не может. Эти средства могут работать с искусственной, абстрактной и даже с ложной информацией, не имеющей объективного отражения ни в природе, ни в обществе». В своей книге он дает следующее определение информации: «Информация – это продукт взаимодействия данных и адекватных им методов».

Информатика рассматривает информацию как концептуально связанные между собой сведения, данные, понятия, изменяющие наши представления о явлении или объекте окружающего мира.

Кроме понятия «информация» в информатике часто используется понятие «данные». Данные могут рассматриваться как признаки или записанные наблюдения, которые по каким-то причинам не используются, а только хранятся. Если данные участвуют в процессе снятия неопределенности, то данные становятся

информацией. Следовательно, можно утверждать, что информацией являются используемые данные.

Для различных областей науки существуют свои определения понятия «информация». Идея включения информации в цепочку производства информационного продукта принадлежит В.М. Глушкову, он дал следующее определение: «Информационные технологии – процессы, где основной перерабатываемой продукцией является информация»

Как и все технологии, информационные технологии находятся в постоянном развитии и совершенствовании. Этому способствуют появление новых технических средств, разработка новых концепции, методов организации данных, их передачи, хранения и обработки, форм взаимодействия пользователей с техническими и другими компонентами информационно-вычислительных систем.

Расширение круга лиц, имеющих доступ к информационно-вычислительным ресурсам систем обработки данных, а также использование вычислительных сетей, объединяющих территориально удаленных друг от друга пользователей, особо остро ставят проблему обеспечения надежности данных и защиты их от несанкционированного доступа. В связи с этим современные информационные технологии базируются на концепции использования специальных аппаратных и программных средств, обеспечивающих защиту информации

**Информационные технологии** в сфере организационно-экономического управления в настоящее время развиваются по следующим основным направлениям:

- активизация роли специалистов управления (непрофессионалов в области вычислительной техники) в подготовке и решении задач экономического управления;
- совершенствование систем интеллектуального интерфейса конечных пользователей различных уровней;
- объединение информационно-вычислительных ресурсов с помощью вычислительных сетей различных уровней (от ЛВС, объединяющих пользователей в рамках одного подразделения организации до глобальных);
- разработка комплексных мер обеспечения защиты

информации (технических, организационных, программных, правовых и т.п.) от несанкционированного доступа.

### **Инструментарий информационной технологии**

**Техническими средствами** производства информации являются аппаратное, программное и математическое обеспечение процесса. Выделим отдельно из этих средств программные продукты и назовем их инструментарием, а для большей четкости можно его конкретизировать, назвав программным инструментарием информационной технологии.

***Инструментарий информационной технологии*** - один или несколько взаимосвязанных программных продуктов для определенного типа компьютера, технология работы в котором позволяет достичь поставленную пользователем цель.

Информационная технология тесно связана с информационными системами, которые являются для нее основной средой. На первый взгляд может показаться, что определения информационной технологии и системы очень похожи между собой.

Информационная технология является процессом, состоящим из четко регламентированных правил выполнения операций, действий, этапов разной степени сложности над данными, хранящимися в компьютерах. Основная цель информационной технологии - в результате целенаправленных действий по переработке первичной информации получить необходимую для пользователя информацию.

***Информационная система*** представляет собой человекокомпьютерную систему обработки информации. Информационная система является средой, составляющими элементами которой является компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства, связи и т.д. Основная цель информационной системы - организация хранения и передачи информации.

Реализация функций информационной системы невозможна без знания ориентированной на нее информационной технологии, Информационная технология может существовать и вне сферы информационной системы.

Таким образом, информационная технология является более емким понятием, отражающим современное представление о процессах преобразования информации в информационном обществе. В умелом сочетании двух



информационных технологий - управленческой и компьютерной - залог успешной работы информационной системы.

Обобщая все вышесказанное, введем несколько более узкие определения информационной системы и технологии, реализованные средствами компьютерной техники.

**Информационная технология** - совокупность четко определенных целенаправленных действий персонала по переработке информации на компьютере.

**Информационная система (Автоматизированная система управления АСУ)** - человеко-компьютерная система для поддержки принятия решений и производства информационных продуктов, использующая компьютерную информационную технологию.

## **Информационные революции и барьеры**

В истории человеческого общества несколько раз происходили радикальные изменения и в информационной области, которые можно назвать информационными революциями.

**Первая информационная революция** была связана с изобретением письменности. Письменность создала возможность накопления и распространения знаний, для передачи знаний будущим поколениям. Цивилизации, освоившие письменность, развивались быстрее других, достигали более высокого культурного и экономического уровня. Примерами могут служить Древний Египет, страны Междуречья, Китай. Позднее переход от пиктографического и идеографического письма к алфавитному, сделавший письменность более доступной, в значительной степени способствовал смещению центров цивилизации в Европу (Греция, Рим).

**Вторая информационная революция** (середина XVI в.) была связана с изобретением книгопечатания. Стало возможным не только сохранять информацию, но и сделать ее массово-доступной. Грамотность становится массовым явлением. Все это ускорило рост науки и техники, помогло промышленной революции. Книги перешагнули границы стран, что способствовало началу создания общечеловеческой цивилизации.

**Третья информационная революция** (конец XIX в.) была обусловлена прогрессом средств связи. Телеграф, телефон, радио позволили оперативно передавать информацию на любые расстояния. Эта революция не случайно совпала с периодом бурного развития естествознания.

**Четвертая информационная революция** (70-е гг. XX в.) связана с появлением микропроцессорной техники и, в частности, персональных компьютеров. Вскоре после этого возникли компьютерные телекоммуникации, радикально изменившие системы хранения и поиска информации. Были заложены основы преодоления информационного кризиса. Четвертая информационная революция дала толчок к столь существенным переменам в развитии общества, что для его характеристики появился новый термин «информационное общество».

Однако есть и негативная сторона процесса информатизации. Поток информации, хлынувший на человека, столь велик, что недоступен обработке в приемлемое время. Это так называемый информационный кризис.

***Информационный кризис проявляется в следующем:***

информационный поток превосходит ограниченные возможности человека по восприятию и переработке информации; возникает большое количество избыточной информации (так называемый «информационный шум»), которая затрудняет восприятие полезной для потребителя информации; возникают экономические, политические и другие барьеры, которые препятствуют распространению информации (напр., секретности).

***Информационные барьеры:***

Первый - сложность управления превосходит возможности одного человека. Возник уже в древности. Метод преодоления – иерархическое построение организационных структур. (Правило 1:7)

Второй - традиционные методы управления не соответствуют темпам и потребностям развития экономики.

Метод преодоления - системная автоматизация управленческого труда. Проблему, имеющую экономический и юридический характер можно решить в рамках мирового сообщества в целом.

**Четыре поколения АСУ.**

1. Автоматизация планово-экономических расчетов с ориентацией на традиционные методы управления производством. (Обработка информации в пакетном режиме на ЭВМ Минск-22, Минск –32)

2. АСУП, АСУТП, САПР. Частичная оптимизация. ( ЕС ЭВМ , СМ ЭВМ с операционными системами ОС ЕС и ОС РВ, библиотеки типовых программ и пакеты прикладных программ, банки данных, СУБД и языки высокого уровня )

3. Интегрированные системы, охватывающие весь жизненный цикл объекта. (АРМ на базе ПЭВМ, оптимизация, имитационное моделирование и экспертные системы, распределенные системы обработки информации, ориентация программ на конечного пользователя)

4. Гибкие, адаптивные интегрированные системы с элементами искусственного интеллекта. Объединение в сети супер-ЭВМ и ПЭВМ. Безбумажное и безлюдное управление объектом с подстройкой к изменяющимся внешним условиям и ресурсам. Накопление и использование знаний.

**Разработка АСУ** – это системная задача.

Новая информационная технология: новые средства и методы обработки данных, обеспечивающих целенаправленное создание, распределение и использование информационного продукта с наименьшими затратами.

Основные задачи, решаемые с помощью новых информационных технологий:

- Разработка методов и средств доступа к ресурсам ЭВМ;
- Повышение интеллектуальности доступа пользователя к ресурсам ЭВМ;
- Создание новых технических и программных средств новой информационной технологии;
- Концентрация информации в узлах принятия решения;
- Персонализация обработки данных и управления предприятием;
- Создание магистральных и локальных сетей ЭВМ с распределенными информационными ресурсами.

**Основные принципы создания АСУ**, разработанные Глушковым В.М.

1. Принцип новых задач.
2. Принцип 1-ого руководителя. Необходимо привлекать 1-ое руководящее лицо организации при внедрении автоматизации.
3. Типизации проектных решений – структура построения задач.
4. Непрерывность развития системы.
5. Автоматизация документооборота (исключать писанину на бумаге).
6. Единство информационной базы.
7. Комплексности задач. Рассмотрение смежных задач применительно к решаемой.

## 8. Соответствия пропускной способности отдельных частей АСУ. 9. Принцип способности.

Информация состоит из сообщений, которые, в свою очередь, состоят из сигналов. Уровни рассмотрения больших и сложных систем при их моделировании:

1. Концептуальный - описательно смысловой.
2. Логический – формализация, математическое описание и разработка алгоритма.
3. Физический – выбор программно-аппаратных средств.

## Раздел II. Системы и системный подход

### Системы и системный подход

Потребность в использовании термина «система» возникает в тех случаях, когда нужно подчеркнуть, что что-то является большим, сложным, не полностью сразу понятным, при этом целым, единым. В отличие от понятий «множество», «совокупность» понятие системы подчёркивает упорядоченность, целостность, наличие закономерностей построения, функционирования и развития. Это осознали уже в античные времена.

*Система (др.-греч. σύνθεσις «целое, составленное из частей; соединение») — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство. Целое больше суммы своих частей. Аристотель. Метафизика*

Изучением систем занимаются такие инженерные и научные дисциплины как общая теория систем, системный анализ, системология, кибернетика, системная инженерия и т.д.

Существует по меньшей мере несколько десятков различных определений понятия «система», используемых в зависимости от контекста, области знаний и целей исследования. Основным фактор, влияющий на различие в определениях, состоит в том, что в понятии «система» есть двойственность: с одной стороны оно используется для обозначения объективно существующих феноменов, а с другой стороны — как метод изучения и представления феноменов, то есть как субъективная модель реальности.

В связи с этой двойственностью авторы определений пытались решить две различные задачи: (1) объективно отличить «систему» от «несистемы» и (2) выделить некоторую систему из окружающей среды. На основе первого подхода

давалось дескриптивное (описательное) определение системы, на основе второго — конструктивное, иногда они сочетаются.

Примеры дескриптивных определений:

Система — комплекс взаимодействующих компонентов (Л. фон Бергаланфи).

Система — совокупность элементов, находящихся в определённых отношениях друг с другом и со средой (Л. фон Бергаланфи).

Система — множество взаимосвязанных элементов, обособленное от среды и взаимодействующее с ней, как целое (Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко).

Дескриптивные определения характерны для раннего периода системной науки, при котором в них включали только элементы и связи. Затем, в процессе развития представлений о системе, стали учитывать её цель (функцию), а в последующем — и наблюдателя (лицо, принимающее решение, исследователя, проектировщика и т. п.). Таким образом, современное представление о системе подразумевает наличие функции, или цели системы с точки зрения наблюдателя или исследователя, который при этом явно или неявно вводится в определение.

Примеры конструктивных определений:

Система — комбинация взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей (ГОСТ Р ИСО МЭК 15288-2005).

Система — конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определённой целью в рамках определённого временного интервала (В. Н. Сагатовский).

Система — отражение в сознании субъекта (исследователя, наблюдателя) свойств объектов и их отношений в решении задачи исследования, познания (Ю. И. Черняк).

Система  $S$  на объекте  $A$  относительно интегративного свойства (качества) есть совокупность таких элементов, находящихся в таких отношениях, которые порождают данное интегративное свойство (Е. Б. Агошкова, Б. В. Ахлибининский).

Система — совокупность интегрированных и регулярно взаимодействующих или взаимозависимых элементов, созданная для достижения определённых целей, причём отношения между элементами определены и устойчивы, а общая производительность или функциональность системы лучше, чем у простой суммы элементов (РМВОК).

При исследовании некоторых видов систем дескриптивные определения системы считаются допустимыми; так, вариант теории систем Ю. А. Урманцева, созданный им для исследования относительно невысоко развитых биологических объектов типа растений, не включает понятие цели как несвойственное для этого класса объектов.

### **Общая теория систем Л. Фон Берталанфи. Society for General Systems Research.**

Общая теория систем была предложена Л. фон Берталанфи в 1930е годы. Идея наличия общих закономерностей при взаимодействии большого, но не бесконечного числа физических, биологических и социальных объектов была впервые высказана Берталанфи в 1937 году на семинаре по философии в Чикагском университете. Однако первые его публикации на эту тему появились только после Второй мировой войны. Основной идеей Общей теории систем, предложенной Берталанфи, является признание изоморфизма законов, управляющих функционированием системных объектов. Фон Берталанфи также ввёл понятие и исследовал «открытые системы» — системы, постоянно обменивающиеся веществом и энергией с внешней средой.

В 1954 г. в США создано «Общество исследований в области общей теории систем» («Society for General Systems Research»), возникшее в значительной степени в результате научной и организационной деятельности Л. фон Берталанфи. Согласно Берталанфи, физические системы отличаются от живых образований тем, что закрыты по отношению к внешней среде, тогда как живые организмы являются открытыми. Жизненный процесс организмов предполагает наличие входящего из окружающей среды потока материи, тип и объём которого определяется в соответствии с системными характеристиками организма. Также осуществляется вывод из системы в окружающую среду материи, как результата функционирования системы. Таким образом, организмы обеспечивают себе дополнительную энергию, которая позволяет достигать негентропии, а также обеспечивает устойчивость системы по отношению к среде. Так, уже Берталанфи проводит различие между закрытыми системами (в них не поступает и из них не выделяется вещество; учитывается лишь возможность обмена энергией) и системами открытыми, в которых постоянно происходит ввод и вывод как энергии, так и вещества.

## **Применение системного подхода к управлению строительством**

Проблемная ситуация - не соответствие фактических и желаемых результатов. Цель – устранение проблемы. Средство – принятие управленческого решения.

Методологией принятия решения является системный подход.

Управление строительством – это, прежде всего, управление людьми. Такие системы называются организационными в отличие от технических или технологических, в которых возможно создание автоматических (включая робототехнические) систем управления. В организационных системах можно создать только автоматизированные системы управления, в которых люди являются неотъемлемой частью системы управления.

Эффективная организация и управление строительством в современных условиях невозможна без информационных технологий, применяемых с позиций системного подхода. Основу системного подхода составляет понятие системы.

Система - организованное множество взаимосвязанных элементов, взаимодействующих достижению заданного результата. Выбор элементов системы зависит от поставленной задачи и проектировщика системы.

Системный подход – это методология исследования и проектирования, учитывающая взаимодействие частей или отдельных подсистем.

### ***Принципы системного подхода:***

1. Иерархичности. Любую систему необходимо рассматривать как подсистему системы более высокого уровня и наоборот.
2. Функциональности. Он заключается в определении функции элементов и подсистем, исходя из способности содействовать достижению общей цели.
3. Вероятностно – статистический. На производственную систему воздействуют случайные факторы. Их влияние описывается статистическими закономерностями.
4. Имитационно – моделирующий. Все решения моделируются предварительно, поскольку эксперимент в производственных условиях практически невозможен.

### ***Основные характеристики систем:***





Избыточные связи – это ненужная дублируемая информация и противоречивые указания, которые не сочетаются друг с другом.

Минимальная характеристика каждой связи – это наличие или отсутствие взаимодействия. Существенное значение имеет сила воздействия, которая измеряется интенсивностью, представляющей количество вещества или информации, проходящей по каналу связи. Воздействие элементов друг на друга называют сигналом, который включает вход в элемент и выход из него. Преобразование входа в выход системы называется процессом.

Если система состоит из  $n$  элементов, то существует  $n(n-1)$  связей между ними (включая связь от одного элемента к другому и наоборот). Примеры:  $2 \times 1$ ,  $3 \times 2$ ,  $4 \times 3$  и т.д.

Минимальная характеристика связи при этом – это наличие или отсутствие воздействия одного элемента на другой. В действительности такая характеристика чаще всего недостаточна, поскольку важна и сила воздействия, но даже она порождает огромное число возможных состояний системы равное  $2n(n-1)$ . Например, в системе из 10 элементов число связей составит  $1,3 \cdot 10^27$ .

В 1933 г. французский консультант по управлению Грейкунас предложил формулу, основанную на положении, что сложность управления и контроля возрастает в геометрической прогрессии с ростом числа подчиненных. По теории Грейкунаса существует три вида должностных связей между подчиненным и руководителем:

- прямая единичная связь; - прямая групповая связь; - перекрестная связь.

Прямая единичная должностная связь прямо и лично связывает руководителя с его непосредственным подчиненным. Таким образом, если у А имеется трое подчиненных: В, С и Д - имеются три прямые единичные связи.

Прямая групповая связь существует между руководителем и каждой возможной комбинацией подчиненных. Так, руководитель может работать с одним из подчиненных в присутствии другого, со всеми подчиненными сразу и т.д. Если у А трое подчиненных, то эти должностные связи включают: В-С, С-В, С-Д, Д-В, Д-С, В-С,Д; С-В,Д; ДС,В.

Перекрестные должностные связи возникают, когда подчиненные работают друг с другом. Для В,С и Д Грейкунас дает шесть связей: В-С, В-Д, С-В, С-Д, Д-В, Д-С.

На базе анализа прямых единичных, прямых, групповых и перекрестных связей Грейкунас в целях выявления количества всех возможных должностных связей, требующих влияния со стороны руководителя, разработал следующую формулу:

Максимально возможное количество взаимосвязей в системе при  $n$  подчиненных

$$N = n(2n^2/2 + n - 1)$$

Например, для 18 подчиненных число связей -2359602 (где  $n$  - число подчиненных).

Число непосредственных контактов с руководителем можно определить по формуле:

$$Np = 2n^2 - 1$$

Так как система существует в некоторой окружающей среде и обуславливается ею, то непременным условием окружающей среды является граница, внутри которой действует система. Под окружающей средой подразумевается совокупность всех элементов, изменение свойств которых влияет на систему. Выделение системы и разделение ее с окружающей средой может быть осуществлено различными произвольными способами.

Любая система может быть подразделена на подсистемы. При этом элементы, принадлежащие одной подсистеме, могут рассматриваться как части окружающей среды другой подсистемы. Элементы системы сами являются системами низших порядков. Подсистемой называют часть системы, выделенную по функциональному или структурному признаку.

В зависимости от характера связей с внешней средой различают следующие типы систем:

- замкнутые;
- условно замкнутые; - открытые.

**Замкнутыми** называются системы, все элементы которых соединены друг с другом и ни один из них не связан с внешней средой .

**Открытыми** называют системы, не имеющие границ с внешней средой. В основном это природные естественные системы.

**Условно-замкнутыми** (относительно изолированными) являются системы, которые связаны с внешней средой входами и выводами. К такого рода системам относятся большинство строительных организаций.

Степень обусловленности, предвидимости систем служит признаком, по которому они подразделяются на:

- детерминированные - системы, взаимодействие отдельных частей которых происходит точно предвиденным образом, т.е. функционирование системы не подвержено случайностям.

- вероятностные (стохастические) [стохастис – догадка (греч.)]. В вероятностных системах взаимодействие частей происходит с некоторой степенью вероятности. Характер их взаимодействия нельзя точно предсказать заранее.

Зависимость переменных от времени предопределяет деление систем на:

статические (неизменяемые во времени); -  
динамические (изменяемые во времени).

В зависимости от количества элементов, входящих в них системы могут быть: - большие; - малые.

Сложность системы зависит от разнообразия и неоднородности элементов и связей между ними.

**Строительное производство большая, сложная, динамическая, вероятностная система.**

Ее характеристики:

- наличие внешнего (прибыль, своевременный ввод объектов в эксплуатацию) и внутреннего критериев (равномерная непрерывная загрузка мощностей);

- ограниченность ресурсов;

- многовариантность и взаимозаменяемость технологий;

- иерархичность;

- сочетание стоимостных и натуральных аспектов (позволяет соизмерить затраты с результатом, оценивать эффективность и влиять на нее) связей.

Все части системы связаны между собой информационными потоками. Под информацией в управлении понимается получение новых сведений об объекте управления или связанных с ним системах.

**Информационное обеспечение управления** – это разработка и функционирование форм и методов информационного отображения организации в системе и осуществления эффективного обмена информацией между управляющей системой и управляемым объектом с целью контроля производственно-хозяйственной деятельности организации и непрерывной оптимизации этой деятельности. В основе количественной оценки информации лежит степень неопределенности, связанная с различными случайными событиями, исход которых нельзя однозначно предсказать заранее.

Требования к информации:

- своевременность;
- достоверность;
- необходимость;

достаточность;

- надежность;
- удобство представления;
- помехоустойчивость; - избыточность;
- содержательность.

### **Системный анализ**

Системный анализ – методология решения проблем управления. Анализ системы – это определение ее функции через известную структуру. Синтез – создание новой структуры под улучшенную функцию. Процесс системного анализа позволяет разделить сложную проблему на достаточно простые части, имеющие хорошо отработанные методы решения. Методология системного анализа объединяет в себе формальные и неформальные методы, количественный и качественный анализ, что позволяет решать как структурированные (количественно сформулированные), так и неструктурированные (качественные) проблемы. Центральная роль в системном анализе принадлежит обоснованию главных целей деятельности и их декомпозиции в иерархическую систему подцелей- вплоть до задач такого уровня, для которого могут быть определены необходимые ресурсы и с которого начинаются реальные действия по достижению глобальных целей.

Основным инструментом анализа, оптимизации и синтеза систем является моделирование, т.е. изучение системы (объекта, процесса и т.д.) на моделях. Оптимизация – один из методов, применяемых в управлении производством,

закрывающийся в поиске наилучшего (максимального или минимального) значения целевой функции при заданных ограничениях.

Конструирование системы представляет собой решение задач анализа, оптимизации и синтеза.

Системный анализ включает следующие основные этапы:

- постановка и структуризация проблемы
- декомпозиция систем, построение дерева целей и ресурсов
- построение модели.

Постановка проблемы охватывает реализацию таких процедур, как: сбор данных, относящихся к предполагаемой проблеме;

- фильтрация и комплексное представление данных;
- определение проблемной ситуации;
- формулирование проблемы.

Декомпозиция проблемы означает расчленение ее на составляющие части. Иногда эту операцию удобно производить посредством построения так называемого дерева целей, в общей вершине которого (на первом уровне) записывается основная цель (формулировка проблемы). Далее, в трех ветвях второго уровня рекомендуется постановка вопросов, соответственно раскрывающих, что нужно выполнить для решения проблемы (рис. 1).



Рисунок 2.1. Фрагмент дерева целей, построенного при декомпозиции цели "Ввод объектов"

Системный анализ завершается синтезом – проектированием более эффективной системы.

Анализ системы сводится к выявлению ее функции на основе известной структуры, а синтез системы – к формированию структуры, обеспечивающей реализацию заданных функций. Необходимость в системном анализе – некомплексное решение проблем и отсутствие увязки принимаемых решений с имеющимися ресурсами.

Основное назначение системного анализа - рассмотрение и решение сложных проблем.

Проблема – разница между желаемым и действительным.

Основной инструмент системного анализа, оптимизации и синтеза – моделирование. Элементы системного анализа – цель, альтернативы, затраты, модели и критерии

Проблемы бывают структурированные, слабоструктурированные и неструктурированные

Основные этапы системного анализа:

- Диагностика и выявление проблемной ситуации;
- Определение целей, критериев и задач (функций);
- Определение системы и ее структуры (границы, состав, связи и др.);
- Декомпозиция системы методом построения дерева целей и ресурсов;
- Формирование программ достижения целей с разработкой моделей;
- Оценка альтернатив. Выбор решения; - Реализация решения.

На крупной стройке или в строительной организации системный анализ включает:

- Диагностику проблем;
- Формирование программ достижения целей;
- Проектирование системы.

## **Подсистемы АСУС**

**Управляющая** (аппарат управления, службы и отделы) и **управляемая** подсистемы (СУ, участки и бригады) - (субъект и объект управления).

**Основные функции** – планирование, учет, контроль, анализ, регулирование.

**Структурные** (функциональные) подсистемы: подготовка производства, технико-экономическое планирование, материальнотехническое снабжение и комплектация, финансирование, контроль и анализ хозяйственности, учет и отчетность, оперативное управление.

**По ресурсам.** Управления трудом, материального снабжения и технологической комплектации, управления работой машин и механизмов, технико-экономического планирования и управления финансами.

**Этапные подсистемы:** перспективная, годовая, квартальная, месячная, недельно-суточная.

**Базовые** – календарного планирования и единая нормативная база.

**Обеспечивающие подсистемы** (информационное, математическая, техническая, юридическая, психологическая, организационно-административная, кадровая, экономическая, социологическая и т.д.):

### **Структура подсистем системы управления строительной организацией**



Рисунок 2.2. Основные подсистемы системы управления строительной организацией

### **Принцип обратной связи**

Обратная связь – информационное воздействие выхода системы на вход. Регулятор сопоставляет выход с установленным значением (прямой связи) и

устраняет возникшие отклонения. Принцип обратной связи состоит в использовании обратной связи для управления объектом в условиях неполной информации о нем.



Рисунок 2.3. Замкнутый контур функций управления

Системы с обратной связью образуют замкнутый контур управления.

Прямая связь

- Планирование (Прогнозирование);
- Реализация (Организация, руководство, исполнение).

Обратная связь

- Учет;
- Контроль; - Анализ;
- Регулирование.

### **Управление в системах, типы регулирования**

Управление – целенаправленное изменение значений управляемых переменных системы. Поскольку на подсистему воздействуют и неуправляемые факторы (погода, экономическая ситуация и пр.), то приходится периодически или даже непрерывно принимать новые решения, т.е. изменять значения управляемых факторов (количество рабочих, машин, ресурсов и т.д.).

Управление в больших системах связано с сохранением стабильности и поддержания некоторых переменных в желаемых пределах (а не просто максимизация какого-либо показателя). Регулятор сопоставляет выходной сигнал с нормой и при возникновении отклонений обеспечивает равенство фактического выхода с нормативным. Если выходов много, то их количество отражает разнообразие



системы (прибыль, сроки, себестоимость, равномерная загрузка и т.д.). Задача регулятора – в уменьшении разнообразия возможных траекторий поведения системы, несмотря на возмущение на входе. Один из фундаментальных принципов кибернетики Закон необходимого разнообразия (Эшби) – ограничение разнообразия в поведении регулируемого объекта управления достигается только за счет увеличения разнообразия регулятора. Т.е., чем больше у нас информации о состоянии системы и чем больше возможностей влиять на ее параметры, тем легче обеспечить и стабильное управляемое поведение. Этот закон важно учитывать при формировании организационной структуры управления. Таким образом, регулирование – деятельность, которая нацелена на уменьшение разнообразия поведения системы и обеспечение ее стабильно управляемое поведение.

### Типы регулирования

Основные типы регулирования представлены на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4. типы регулирования:

1. по возмущениям; 2. по отклонениям; 3. комбинированный регулятор; 4. совершенное регулирование с активной связью на входе; 5. совершенное регулирование с двойной связью

Совершенное регулирование с активной связью на входе (см. рис. 2.4.) (4.) предполагает, что регулятор, получив информацию о входе, воздействует

на вход и на объект. Это имеет смысл, например, в ситуации, когда появляется информация о запаздывании поставки материальных ресурсов на объект. В данном случае можно принять меры по ускорению поставки и учесть в работе это обстоятельство (запаздывание)

Совершенное регулирование с двойной связью (см. рис. 2.4.) (5.) предполагает, что регулятор обеспечивается информацией и о возмущениях (вход), и об отклонениях (выход). Но, вместе с тем, он способен воздействовать и на вход, и на выход. Еще эффективнее блокирует разнообразие входа. Использование обратной связи позволяет отказаться от трудноосуществимого заблаговременного учета и измерения всех воздействующих на объект управления факторов. Поведение системы при этом не предопределяется заранее, а носит вероятностный характер, и изменяется в зависимости от внешних условий.

### **Гомеостазис – высшая форма регулирования.**

Свойство гомеостазиса: сверхстабильность – способность системы возвращаться в состояние равновесия после воздействия возмущений различного рода, в т.ч. не предполагавшихся разработчиком системы. Примером гомеостазиса является поддержание температуры у человека 36,6°С при изменениях температуры окружающего воздуха.

Свойства, присущие гомеостатическим системам:

- саморегулирование каждой подсистемы;
- общесистемное регулирование;
- взаимоконтроль;
- множественный контроль и регулирование.

Гомеостатическое регулирование в производственной системе имеет следующие особенности:

- важна согласованность критериев на различных уровнях;
- невозможность однозначного определения поведения системы ;
- необходимость обеспечения взаимодействия частей системы, имеющих различные цели и интересы.

В функции регулятора, однако, не входит задание нормативного значения выхода. Это функция Задающего блока (ЗБ), т.е. его деятельность – это планирование, результат деятельности – планы. Если совершенный регулятор обеспечивает только нормативные значения выхода, независимо от возмущений на входе, то Задающий блок полностью управляет этим выходом

(включая изменения нормативных показателей). Система, включающая задающий блок и совершенный регулятор является управляющей.

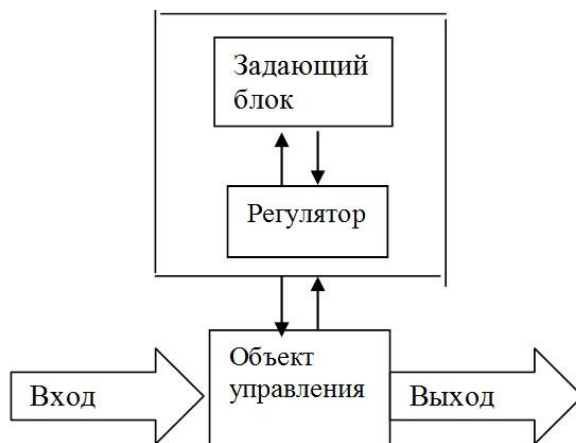


Рисунок 2.5. Схема управляющей системы

**Система управления** – система, в которой реализуется процесс управления путем взаимодействия объекта управления и управляющей системы. Такая система функционирует гомеостатически в замкнутом контуре управления с использованием прямой и обратной связей. Система управления производством обычно имеет многоуровневую структуру и включает целую иерархию задающих блоков и регуляторов.

Функции (задачи) системы управления:

- сбор и передача информации;
- переработка информации;
- выдача управляющих воздействий на объект управления.

## Раздел III. Автоматизированные системы управления (АСУ)

### Тема 3.1. Этапы развития АСУ

Общие вопросы, касающиеся информационных технологий, достаточно подробно изложены выше (Раздел I).

#### **Основные понятия и назначения автоматизированных систем управления строительством**

Одним из основных элементов повышения технического уровня строительства является разработка и создание автоматизированных систем и

подсистем управления с использованием компьютерной техники. Системы призваны обеспечивать развитие технического прогресса в области строительства. Достигнутый уровень развития информационных технологий позволяет создавать автоматизированные системы, полностью охватывающие деятельность строительных организаций: планирование, организацию, управление, учет, анализ.

Автоматизированные системы предназначены для управления строительством с целью ввода объектов в установленные сроки при рациональном использовании ресурсов.

Автоматизированные системы действуют по принципу человек — машина. Все решения принимают руководители соответствующих уровней руководства на основе информации, которую предоставляют элементы автоматизированной системы. АСУС создаются на основе совершенствования существующих организационных структур строительных организаций и их внешних связей, с упорядочением потоков информации. Специфика автоматизированных систем заключается в том, что они позволяют осуществлять оптимизацию планирования, организации и управления строительством на научной основе путем построения моделей, алгоритмизации (формализации) процессов и разработки программ для ЭВМ.

В связи с тем, что круг задач автоматизированной системы очень широк, при разработке рассматриваются следующие разделы: экономические и организационные основы системы; оптимальное планирование деятельности строительных организаций; управление; техническое обеспечение; математическое обеспечение; нормативная база; технико-экономическое обоснование.

### **Опыт использования автоматизированных систем управления строительством**

Необходимость автоматизации управления строительством была понята еще в период использования больших ЭВМ, в 70-е годы. В СССР эта проблема имела особую актуальность в силу высокой централизации системы управления и большого числа крупных строек. Проблема решалась путем формирования специальной службы - автоматизированной системы управления строительством (АСУС). Сущность использования АСУС состояла в том, что на всех уровнях управления между управляющим и управляемым звеньями появлялось новое звено - вычислительный центр (ВЦ). Вычислительные центры представляли собой крупные организации, оснащенные большими ЭВМ

(второго поколения - на полупроводниках), с многочисленным персоналом поставщиков задач, программистов, операторов, курьеров со своим транспортом, телетайпной связью. Решались разнообразные задачи, начиная от "рутинных" (учет расхода и запасов различных ресурсов, начисление заработной платы и т.д.) и кончая сложными "оптимизационными" задачами, когда выбирался наиболее подходящий вариант организации каких-либо работ.

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

Быстрое развитие компьютерной техники в 90-х годах сделало ненужным громоздкие ВЦ и автоматизация пошла по другому пути. Вместо больших ЭВМ появились многочисленные персональные компьютеры, разместившиеся в самих строительных организациях на столах бухгалтеров, инженеров производственно-технических отделов, снабженцев, кладовщиков, главного инженера и т.д.

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

По сравнению с программами "старых" АСУС АРМы обладали значительно большими возможностями, однако с программистской точки зрения они были намного сложнее, и по занимаемой памяти (в килобайтах) они в десятки и даже в сотни раз превышали наиболее типичные программы АСУС 70-80-х годов. Как правило, АРМы охватывают все основные задачи, решаемые соответствующим специалистом (бухгалтером, сметчиком и проч.), однако они могут требовать привязки к условиям конкретной организации или обновления применительно к новому законодательству, новым нормам. Естественно, что

такая доработка по трудоемкости несопоставимо меньше составления новых программ.

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

К концу 90-х годов автоматизация большинства строительных организаций находилась на описанном 2 этапе, т.е. на стадии использования отдельных компьютеров и АРМов.

*Недостатком автоматизации* данного этапа явилось несовершенство связи между отдельными АРМами и связанная с этим необходимость дублирования информации при ее "переброске" с одного компьютера на другой. По этой причине дальнейшим этапом развития автоматизированных систем стало создание на базе разрозненных АРМов единой информационной системы предприятия, охватывающей все основные сферы деятельности. Для использования такой системы компьютеры строительной организации, а иногда и связанных с нею сторонних организаций должны объединяться в единую компьютерную сеть. При этом программное обеспечение значительно усложняется, как и усложняется сама аппаратная часть, т.е. появляется множество дополнительных устройств, связанных с хранением и передачей информации по различным каналам связи. Возникающие текущие задачи в любой сфере деятельности могут решаться с использованием: данных всей информационной ("корпоративной") системы. Основанные на этом системы управления получили название **корпоративных информационных систем (КИС)**. Иными словами КИС - это единая информационная система, связывающая, между собой руководство организации, ее структурные подразделения, иногда и смежные предприятия, вспомогательные службы, и охватывающая все основные сферы деятельности -бухгалтерию, материально-техническое обеспечение, общую техническую политику, текущие организационные вопросы и т.д. Это человеко-машинная система, при которой производственная, хозяйственная и финансовая стороны деятельности предприятия становятся как бы полностью "прозрачными", т.е. можно непрерывно анализировать все получаемые результаты, тенденции, положение на строительном рынке, обеспечивая этим наибольшую эффективность

управления. Это сопоставимо с требованиями к функциям "системы управления ресурсами" ERP.

Как и САПР, такие системы содержат множество стандартных и специализированных модулей, причем каждая конкретная система может включать, в зависимости от требований заказчика, свои дополнительные модули и допускать их последующее расширение. КИСы обладают широкими возможностями: они могут взаимодействовать с программами САПР, методы обработки информации в них включают выполнение функций текстовых редакторов, электронных таблиц, баз данных и т.д. Модули САД-систем (графические), характерные для САПРа, в системах управления имеют меньшее значение, но большую роль приобретают модули управления документооборотом (PDM-системы). Для решения хозяйственных задач используются экономико-математические модели, в первую очередь различные модели бизнес-процессов.

Обычно КИС содержит несколько подсистем охватывающих то или иное направление деятельности организации. Например, это могут быть такие подсистемы как "административное управление", "бухгалтерский учет", "оперативное управление", "управление производством" и т.д.

Организация может заказать для себя автоматизированную систему, в которой будут не только дополнительные модули, но и целые их комплексы (подсистемы), нужные только для нее, т.е. связанные с особенностями условий ее работы, ее структурой и т.д. Например, это могут быть подсистемы управления базами механизации, транспортом и проч. В отдельных подсистемах могут добавляться модули, а в модулях отдельные дополнительные блоки, связанные со спецификой данного предприятия. Эти модули размещаются на компьютерах функциональных, линейных подразделениях, у руководства, образуя автоматизированные рабочие места (АРМы).

Быстрое развитие информационных технологий заставляет постоянно корректировать смысл многих понятий и соответствующих терминов. В частности, АРМы в настоящее время понимаются в основном как программно-аппаратная среда применительно к конкретному компьютеру. Автоматизированные системы управления постепенно развиваются в направлении решения все более сложных задач и в перспективе должны высвобождать человека не только в сфере его информирования, но и принятия многих решений. Однако, современные системы пока ориентированы в основном на информационное обслуживание, ибо негативный опыт "старых

АСУС" показал, что с передачей компьютеру функций "принятия решений" спешить не следует. Это медленный длительный процесс, который должен развиваться параллельно с повышением общей культуры производства. В настоящее время КИСы обеспечивают повышение эффективности управления, однако стоимость корпоративных систем пока довольно высока, и их использование пока доступно лишь крупным, экономически сильным организациям.

Дальнейшие перспективы совершенствования системы управления строительством, безусловно связаны с автоматизированными системами, и их внедрение лишь вопрос времени.

### Тема 3.2. Классификация АСУ

Понятия «Автоматизированная система управления» и «Автоматизированные информационные системы (АИС)» не имеют строгих разграничений и часто используются как синонимы. Мы говорим, что АСУ часть информационной системы, но в технической литературе вместо термина «АСУ» можно увидеть «АИС» с тем же смыслом. Объясняется это расширением применимости этих терминов.

## Классификация информационных систем



Рисунок 3.1. Классификация АИС



**Автоматизированная система управления** – это человекомашина система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления объектом.

Участие человека в АСУ объясняется тем, что не всегда удается формализовать все операции в системе, а иногда для принятия решения необходимы элементы творчества; не всегда получаемая информация имеет машинное представление (например, речевая).

По характеру решаемых задач и степени автоматизации процессов управления различают следующие виды АСУ: информационные, информационно-аналитические, административно-организационного управления.

**Типы АСУ, их назначение, цели и функции**

Различают два основных типа АСУ:

- автоматизированные системы организационно-экономического или административного управления (АСУП);
- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

К АСУП относятся различные отраслевые, территориальные АСУ, АСУ производственными объединениями, предприятиями и др.

На практике часто приходится иметь дело с системами, где комбинируются функции, характерные как для АСУП, так и для АСУ ТП.

Рисунок 3.2. Основные виды АСУ.

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

**Автоматизированные информационные системы (АИС)** предназначены для автоматизации процессов сбора, обработки и анализа информации о состоянии управляемых объектов в условиях их функционирования, необходимой для административных работников органов управления. Основу их составляют информационно-поисковые системы, осуществляющие сбор, накопление, хранение, обновление и выдачу по запросам информации, реализуемые на ЭВМ. Такие системы повышают оперативность управления, но не решают задачи оптимизации управления и не принимают решения.

**Автоматизированные информационно-аналитические системы (АИАС)** предназначены для автоматизации двух важнейших процессов: сбора и анализа информации, принятия решений и планирования. В отличие от АИС, в этих системах предусматривается обработка информации для построения вариантов решений и прогнозов, повышение оперативности управления, качества принимаемых решений и планов их исполнения.

**Автоматизированные системы административно-организационного управления (АСАОУ)** – комплексные системы, предназначенные для автоматизации всех основных процессов управления: сбора и анализа информации, разработки вариантов решения и планов, доведения решений до исполнения и контроля исполнения. Техническую основу АСАОУ составляют универсальные ЭВМ со значительным набором свойств, включенные в единую автоматизированную систему связи. В таких системах математическое, программное, информационное и лингвистическое обеспечение позволяют решить все информационные задачи, задачи прогнозирования, математического моделирования, планирования, оптимизации решений, доведения решений до исполнителя и контроля исполнения.

Автоматизированные информационные системы разнообразны и могут быть классифицированы по целому ряду признаков. Существует множество классификаций.

По *видам процессов управления* автоматизированные информационные системы подразделяются на:

**АИС управления технологическими процессами** – это человеко-машинные системы, обеспечивающие управление технологическими устройствами, станками, автоматическими линиями.

АИС управления организационно-технологическими процессами представляют собой многоуровневые системы, сочетающие АИС управления технологическими процессами и АИС управления предприятиями.

Для **АИС организационного управления** объектом служат производственно-хозяйственные, социально-экономические функциональные процессы, реализуемые на всех уровнях управления, в частности: банковские АИС, АИС фондового рынка, финансовые АИС, и др.

**АИС научных исследований** обеспечивают высокое качество и эффективность межотраслевых расчетов и научных опытов. Методической базой таких систем служат экономико-математические методы, технической

базой – самая разнообразная вычислительная техника и технические средства для проведения экспериментальных работ моделирования.

**Обучающие АИС** получают широкое распространение при подготовке специалистов в системе образования, при переподготовке и повышении квалификации работников разных отраслей.

**Отраслевые АИС** функционируют в сферах промышленного и агропромышленного комплексов, в строительстве, на транспорте. Эти системы решают задачи информационного обслуживания аппарата управления соответствующих ведомств.

**Территориальные АИС** предназначены для управления административно-территориальными районами. Деятельность территориальных систем направлена на качественное выполнение управленческих функций в регионе, формирование отчетности, выдачу оперативных сведений местным государственным и хозяйственным органам.

**Межотраслевые АИС** являются специализированными системами функциональных органов управления национальной экономикой (банковских, финансовых, снабженческих, статистических и др.). Имея в своем составе мощные вычислительные комплексы, межотраслевые многоуровневые АИС обеспечивают разработку экономических и хозяйственных прогнозов, государственного бюджета, осуществляют контроль результатов и регулирование деятельности всех звеньев хозяйства, а также контроль наличия и распределения ресурсов.

**Автоматизированная система управления строительством (АСУС)** — это технический комплекс, обеспечивающий выполнение функций управления на основе широкого использования теории управления, современных экономико-математических методов и технических средств (ЭВМ, средств автоматизации и связи) получения и обработки информации.

### **Тема 3.3. Методология создания АСУ в строительстве**

Как уже было отмечено выше, термины «Автоматизированная система управления» и «Информационная система (ИС)», в данном контексте, будем использовать как синонимы.

**Информационная система(АСУ)** - совокупность банков данных, информационных технологий и комплекса (комплексов) программнотехнических средств.

Информационные системы выполняют функций сбора, регистрации, хранения, поиска и обработки информации и имеют простой, удобный, легко осваиваемый интерфейс для пользователей.

**Архитектура ИС** - концептуальное описание структуры системы, определяющее модель, выполняемые функции и взаимосвязи компонентов системы, которое предусматривает наличие трех компонент:

1) аппаратно-программная компонента, телекоммуникации и данные, обеспечивающие функционирование информационной системы;

2) функциональные подсистемы — специализированные программы, обеспечивающие обработку и анализ информации для подготовки документов или принятия решений на базе информационных технологий;

3) управление, обеспечивающее оптимальное взаимодействие информационных технологий, функциональных подсистем и связанных с ними специалистов, их развитие в течение всего жизненного цикла информационной системы.

Различают следующие виды архитектур: файл-сервер, клиентсервер, многоуровневая архитектура, архитектура на базе Интернет/Интранет.

**Корпоративная информационная система (КИС)** - совокупность информационных систем отдельных подразделений предприятия, объединенных общим документооборотом, таких, что каждая из систем выполняет часть задач по управлению принятием решений, а все системы вместе обеспечивают функционирование предприятия в соответствии со стандартами качества ИСО 9000. КИС представляет собой комплексную информационную систему масштаба предприятия. Главной ее задачей является информационная поддержка производственных, административных и управленческих бизнес-процессов, формирующих продукцию или услуги предприятия.

Исторически сложился ряд требований к КИС. Основными из них являются системные и функциональные.

К системным требованиям относятся:

- 1) системность и комплексность;
- 2) стандартизация и унификация;
- 3) надежность;
- 4) безопасность;
- 5) адаптивность или гибкость;
- 6) модульность построения;

- 7) простота освоения и использования;
- 8) масштабируемость и переносимость на другую аппаратную платформу;
- 9) открытость;
- 10) мобильность;
- 11) поддержка внедрения и сопровождения со стороны разработчика;
- 12) способность системы к развитию.

К функциональным требованиям обычно относят требования к:

- 1) структуре и функционированию системы;
- 2) информационной инфраструктуре;
- 3) телекоммуникационному взаимодействию;
- 4) взаимодействию со смежными системами;
- 5) сохранности информации;
- 6) защите информации от несанкционированного доступа;
- 7) порядку сопровождения и развития системы;
- 8) функциям системы;
- 9) интерфейсам пользователей;
- 10) документированию;
- 11) средствам разработки;
- 12) программному и аппаратному обеспечению.

## **Стандарты ИС**

Не существует специальных стандартов, регламентирующих функции ИС, но, как правило, такие системы ориентируются на широко распространенные методологии MRP, MRPII, ERP и другие, фактически являющиеся стандартами управления бизнесом. Эти стандарты разработаны американским обществом по контролю за производством и запасами и обеспечивают координацию производственных процессов и их финансовых результатов. Они развиваются в тесном контакте с промышленностью и апробируются в реальных системах управления промышленными предприятиями, становясь фактически стандартной идеологией управления, принятой всеми зарубежными производителями и реализованной во многих современных компьютерных системах управления.

## **Структура ИС: обеспечивающие и функциональные подсистемы**

В составе информационной системы можно выделить относительно независимые группы подсистем:

- обеспечивающие подсистемы, определяющие свойства информационной системы, важные для ее успешной эксплуатации, требования к которым стандартизованы, методы построения хорошо известны и многократно проверены на практике;

- взаимосвязанные функциональные подсистемы, обеспечивающие решение задач предприятия и достижение его целей.

Обеспечивающие подсистемы отражают системно-техническую, структурную сторону любой информационной системы. Функциональные подсистемы строятся на базе обеспечивающих, привносят в ИС прикладную функциональность и сильно зависят от организационно-управленческой структуры предприятия, решаемых задач, существующей технологии документооборота и других факторов.

Чаще всего в структуре ИС выделяют следующие обеспечивающие подсистемы.

**Техническое обеспечение** - комплекс технических средств, задействованных в технологическом процессе преобразования информации в системе, и соответствующая документация на эти средства и технологические процессы.

**Программное обеспечение** - совокупность программ для решения функциональных задач; программ, позволяющих наиболее эффективно использовать вычислительную технику, обеспечивая пользователям наибольшие удобства в работе; инструментальные среды, позволяющие автоматизировать проектирование КИС и разработку новых программных продуктов.

**Математическое обеспечение** - совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых в системе.

К средствам математического обеспечения относятся: средства моделирования процессов управления; типовые задачи управления; методы математического программирования, математической статистики, теории массового обслуживания и др.

**Лингвистическое обеспечение** - совокупность языковых средств, используемых в системе, с целью повышения качества ее разработки и облегчения общения человека с машиной.

**Информационное обеспечение** - совокупность единой системы классификации кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных. Предназначено для своевременного формирования и выдачи достоверной информации с целью принятия управленческих решений.

**Методическое обеспечение** - совокупность нормативных материалов по разработке, эксплуатации и сопровождению КИС (стандарты, нормы, инструкции, обязанности, права и др.).

**Организационное обеспечение** - совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие персонала с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы. Оно направлено в первую очередь на обеспечение эффективной работы персонала.

**Кадровое обеспечение** включает: состав специалистов, участвующих в создании системы, штатное расписание и функциональные обязанности. Успешное функционирование КИС во много предопределяется правильным комплектованием, подготовкой и системой повышения квалификации кадров руководителей и специалистов.

**Эргономическое обеспечение** - совокупность методов и средств, используемых при разработке и функционировании информационной системы, создающих оптимальные условия для деятельности персонала и быстрее освоения системы.

**Правовое обеспечение** - совокупность правовых норм, регламентирующих создание и функционирование информационной системы, порядок получения, преобразования и использования информации. В его состав входят законы, указы, постановления государственных органов власти, приказы, инструкции и другие нормативные документы министерств, ведомств, организаций, местных органов власти.

### **Основы проектирования ИС: подходы, этапы разработки, модели жизненного цикла ИС**

**Жизненный цикл ИС** - это совокупность этапов качественно различных состояний, которые проходит ИС от момента принятия решения о ее создании до момента принятия решения об изъятии ее из эксплуатации.

Основным стандартом на процессы и организацию ЖЦ ПО является совместный стандарт Международной организации по стандартизации и Международной комиссии по электротехнике ISO/IEC 12207:1995 «Information Technology — Software Life Cycle Processes» («Информационная технология — Процессы жизненного цикла программного обеспечения»), в котором определена структура ЖЦ, содержащая процессы, действия и задачи, которые должны иметь место при создании ПО.

Международному стандарту ISO/IEC 12207:1995 соответствуют российский ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2002 «Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств» и одноименный белорусский СТБ ИСО/МЭК 12207-2003.

Стандарт ISO/IEC 12207 определяет структуру жизненного цикла, включая процессы, работы и задачи, выполняемые в процессе создания информационной системы.

В нем работы, которые могут выполняться в жизненном цикле, распределены по следующим группам процессов: основные; вспомогательные; организационные. 1) **основные**:

**заказ** - определение потребности заказчика в ИС, подготовка и выпуск заявки на подряд, выбор поставщика и управление процессом заказа вплоть до завершения приемки системы (выполняется заказчиком), контроль деятельности поставщика и приемка ИС заказчиком; **поставка** - принятие решения о подготовке предложения в ответ на заявку, присланную заказчиком, подписание договора и вступление с заказчиком в договорные отношения по поставке системы; определение процедур и ресурсов, необходимых для выполнения проекта, включая разработку проектных планов и их выполнение посредством поставки

ИС (выполняется поставщиком); **разработка** - анализ и подготовка требований к ИС, проектирование системной и программной архитектуры ИС, программирование, квалификационное тестирование ИС, ввод в действие и приемка ИС (выполняется разработчиком); **эксплуатация** - введение компонентов ИС в эксплуатацию, в том числе конфигурирование базы данных и рабочих мест пользователей, обеспечение пользователей эксплуатационной документацией, проведение обучения персонала и т.д. (выполняется разработчиком); **сопровождение** - предоставление услуг по сопровождению программного продукта, состоящих в контролируемом изменении программного продукта с целью сохранения его исходного состояния и



функциональных возможностей. Данный процесс охватывает также перенос и снятие с эксплуатации программного продукта;

2) **вспомогательные**, обеспечивающие выполнение основных процессов, таких как:

**документирование** (идет параллельно с разработкой) - планирование, проектирование, разработка, выпуск, редактирование, распространение и сопровождение документов, в которых нуждаются все заинтересованные лица;

**управление конфигурацией** - определение состояния программных объектов в системе; управление изменениями и выпуском объектов, обеспечение их полноты, совместимости и правильности; управление хранением, обращением и поставкой объектов; **обеспечение качества** - обеспечение соответствия создаваемой системы и реализуемых процессов ЖЦ установленным требованиям и утвержденным планам; **верификация** - проверка заказчиком, поставщиком или независимой стороной соответствия создаваемых промежуточных результатов (договора, процесса, требований, проекта, системы, сборки системы и документации) установленным требованиям по мере

реализации проекта; **аттестация** - проверка полного соответствия требований и

конечного продукта функциональному назначению системы; **совместный анализ** - оценка состояния или результатов какой-

либо работы (системы); **аудит** - определение независимыми экспертами соответствия деятельности субъекта принятым требованиям, планам и условиям договора;

**разрешение проблем** - анализ и устранение проблем, обнаруженных в ходе разработки, эксплуатации, сопровождения и других процессов;

3) **организационные**:

**управление проектами** - планирование и управление процессами, включая контроль, проверку и оценку выполненных работ с формированием отчетности; **создание инфраструктуры проекта** - установление и

обеспечение инфраструктуры, необходимой для любого процесса. Инфраструктура может содержать технические, программные и инструментальные средства, методики, стандарты и условия для разработки, эксплуатации или сопровождения системы; **усовершенствование** - оценка, контроль и улучшение процессов

жизненного цикла; **обучение** - планирование и проведение обучения персонала,  
разработка учебных материалов.

Помимо описания процессов жизненного цикла ИС в стандарте приводятся определения основных сторон, реализующих данные процессы.

**Заказчик** - организация, которая приобретает или получает систему, программный продукт или программную услугу от поставщика.

**Разработчик** - организация, выполняющая работы по разработке (включая анализ требований, проектирование, приемочные испытания) в процессе жизненного цикла программных средств.

**Поставщик** - организация, которая заключает договор с заказчиком на поставку системы, программного продукта или программной услуги на условиях, оговоренных в договоре.

**Проект ИС** - это проектно-конструкторская и технологическая документация, в которой представлено описание проектных решений по созданию и эксплуатации ИС в конкретной программно-технической среде.

**Проектирование ИС** - это процесс принятия проектно-конструкторских решений, направленных на получение описания системы (проекта ИС), удовлетворяющего требованиям заказчика.

**Объекты проектирования ИС** - это элементы функциональных и обеспечивающих подсистем.

**Субъекты проектирования** - это коллективы специалистов, осуществляющих выполнение проекта, как правило, в составе специализированной проектной организации разработчика, и коллективы сотрудников организации заказчика, реализующих действие «Поддержка пользователей» в процессе «Эксплуатация», входящем в группу основных процессов ISO/IEC 12207.

В процессе проектирования широко используется моделирование – формализация объектов, субъектов, информации и процессов, представляющих интерес.

Главная цель моделирования — обеспечение наглядного, единообразного, четкого и однозначного представления сведений о том, что моделируется.

Существуют предметные и системные модели - модели предметной области и модели создаваемой системы (ИС).

Модели предметной области отражают:

- 1) бизнес-процессы предприятия;
- 2) информацию, задействованную в бизнес-процессах;
- 3) участников бизнес-процессов;
- 4) функциональные задачи, решаемые участниками бизнеспроцессов.

Модели создаваемой системы отражают:

- 1) информационно-вычислительные процессы внутри ИС;
- 2) информацию, создаваемую, хранимую и используемую в ИС;
- 3) пользователей ИС;
- 4) функциональные задачи, решаемые элементами ИС, т. е.

выполняемые системой функции.

Информационная система создается для автоматизации информационных процессов на предприятии — процессов, в которых создается, запоминается, преобразуется, передается, отыскивается, обрабатывается или используется информация. Поэтому в моделях предметной области отображаются бизнес-процессы и функциональные задачи, так или иначе связанные с информационными процессами.

Традиционная схема оптимизации бизнес-процессов предприятия предполагает описание на первом этапе действующих процедур (модель бизнес-процессов "AS IS") с последующей оптимизацией до модели "TO BE" («как должно быть»).

При использовании принципов структурного анализа в качестве инструментальных средств используются методологии IDEF0, IDEF3, DEF и функционально-ориентированные CASE-средства, реализующие указанные методологии.

Наиболее популярными такими CASE-средствами являются пакеты CA All Fusion Process Modeler (ранее: BPwin), CA All Fusion ERwin Data Modeler (ранее: ERwin)

Модели IDEF0 (IDEF=ICAMDEFinition, где ICAM – Integrated Computer Aided Manufacturing или Integration DEFinition for function modeling) представляют предметную область в виде совокупности взаимодействующих работ или функций. Они достаточно наглядно и полно описывают бизнес-процессы предприятия.

Модели DFD (Data Flow Diagrams) структурно аналогичны моделям - IDEF0, но сосредотачивают внимание на потоках данных, источниках,

получателях и хранилищах. Их можно использовать как дополнение к модели IDEF0, повышающее наглядность отображения текущих операций документооборота на предприятии.

Во многих случаях для описания бизнес-процессов достаточно либо модели IDEF0, либо DFD. При этом модели IDEF0 и DFD оказываются взаимоконвертируемыми, т. е. могут преобразовываться друг в друга.

Модели IDEF3 принадлежат к классу описаний Workflow, они сосредотачивают внимание на последовательности событий с одновременным описанием объектов, имеющих отношение к моделируемому процессу.

Для обеспечения разработчика ИС концептуальной схемой базы данных в форме модели используют методологию структурного подхода ERD.

Методология ERD (Entity-relationship Diagram) – это методология графического структурного анализа, описывающая отношения между данными в форме модели. Методология ERD используется непосредственно для проектирования реляционных баз данных.

Примером ERD-модели предметной области является диаграмма «сущность-связь». С ее помощью определяются важные для предметной области объекты (сущности), их свойства (атрибуты) и отношения объектов друг с другом (связи).

При использовании принципов объектно-ориентированного проектирования в качестве инструментальных средств используются методологии, ориентированные на использование языка UML. Наиболее популярными объектно-ориентированными инструментами являются методология RUP (Rational Unified Process) и CASE-средство Rational Rose компании IBM Rational Software Corp. , (до 2003 г. Rational Software Corp.).

Процесс создания ИС представляет собой совокупность упорядоченных во времени, взаимосвязанных, объединенных в стадии и этапы работ, выполнение которых необходимо и достаточно для создания ИС, соответствующей заданным требованиям, определенным ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Автоматизированные системы. Стадии создания».

## **Стадии и этапы проектирования ИС**

### **1 Формирование требований к ИС**

- 2 Разработка концепции ИС
- 3 Разработка технического задания
- 4 Создание эскизного проекта
- 5 Разработка технического проекта
- 6 Разработка рабочей документации (рабочий проект)
- 7 Ввод в действие
- 8 Сопровождение ИС

Технико-экономическое обоснование проекта - это документ, четко формулирующий, что получит заказчик, если согласится финансировать проект;

Отчет об обследовании - документ, содержащий диагностический анализ организационной структуры предприятия, его деятельности и существующей системы обработки информации, описание выбранной концепции построения ИС.

Техническое задание - основной документ, определяющий требования и порядок создания (развития или модернизации) автоматизированной системы, в соответствии с которым проводится разработка ИС и ее приемка при вводе в действие. Оформляется в соответствии с ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание ИС».

Эскизный проект - документ, содержащий предварительные проектные решения по системе и ее частям.

На основе технического задания и эскизного проекта разрабатывается технический проект ИС - техническая документация, содержащая общесистемные проектные решения, алгоритмы решения задач, а также оценку экономической эффективности автоматизированной системы управления и перечень мероприятий по подготовке объекта к внедрению. Документация должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 34-201 «Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем» и РД 50-34.698 «Требования к содержанию документов».

Эксплуатационная документация содержит все необходимые сведения для обеспечения выполнения работ по вводу ИС в действие и ее эксплуатации.

Акт приемо-сдаточных испытаний - разрешающий документ, который необходимо получить до ввода системы в эксплуатацию. Этот акт содержит

результаты проверки ИС на предмет соответствия требованиям ГОСТа во время или по завершении ввода в действие.

Акт о выполнении работ - документ, подтверждающий факт выполнения работ по устранению недостатков и модернизации системы разработчиком.

Рассмотренные стадии проектирования ИС должны быть четко согласованы между собой, что определяется выбранной моделью жизненного цикла ИС.

Модель жизненного цикла ИС - это некоторая графическая схема, отображающая в виде геометрических фигур и (или) надписей этапы жизненного цикла, в некоторых случаях с указанием получаемых результатов, определяющая с помощью стрелок чередование этапов, сопровождаемая текстовым пояснением концептуальных положений представляемой модели, включая указание процессов, действий и задач каждого этапа.

Основные стадии:

1) анализ - предпроектное обследование объекта автоматизации, обоснование необходимости создания ИС; формирование требований пользователей к ИС, разработка технического задания на создание ИС;

2) проектирование - разработка проектных решений по всем компонентам ИС, выбор комплекса технических средств ИС, выбор математических методов и алгоритмов программ;

3) реализация - разработка, тестирование и адаптация программ и БД ИС;

4) внедрение - комплектация ИС поставляемыми программными и техническими средствами, подготовка персонала, проведение предварительных и приемочных испытаний;

5) сопровождение - гарантийное и постгарантийное обслуживание системы.

Исторически сформировались три модели жизненного цикла ИС:

- 1) каскадная;
- 2) поэтапная с промежуточным контролем;
- 3) спиральная.

**Каскадная модель** жизненного цикла ИС предусматривает последовательную организацию работ. При этом основной особенностью является разбиение всей разработки на этапы, причем переход с одного этапа

на следующий происходит только после того, как полностью завершены все работы на предыдущем этапе. Каждый этап завершается выпуском полного комплекта документации, достаточной для того, чтобы разработка могла быть продолжена другой командой разработчиков.

**Поэтапная модель с промежуточным контролем** - это модель разработки ИС с циклами обратных связей между стадиями, которые позволяют не только корректно исправлять обнаруженные недостатки в системе, но и совершенствовать ее функционал в рамках сформулированных заказчиком требований.

**Спиральная модель жизненного цикла**, в отличие от каскадной, предполагает итерационный процесс разработки информационной системы. Итерация представляет собой законченный цикл разработки, приводящий к выпуску прототипа программного продукта, который совершенствуется от итерации к итерации, чтобы стать законченной системой. При этом возрастает значение начальных этапов жизненного цикла, таких как анализ и проектирование. На этих этапах проверяется и обосновывается реализуемость технических решений путем создания действующих прототипов. Каждый виток спирали соответствует созданию фрагмента или версии программного изделия, на нем уточняются цели и характеристики проекта, определяется его качество, планируются работы на следующем витке спирали. На каждой итерации углубляются и последовательно конкретизируются детали проекта, в результате чего выбирается обоснованный вариант, который доводится до окончательной реализации. Главная задача каждой итерации - создать работоспособный продукт, который можно показать пользователям системы. Таким образом, существенно упрощается процесс внесения уточнений и дополнений в проект. Спиральный подход к разработке ИС позволяет преодолеть большинство недостатков каскадной модели и, кроме того, обеспечивает ряд дополнительных возможностей, делая процесс разработки более гибким.

Методология проектирования ИС для каждого этапа жизненного цикла устанавливает:

- 1) перечень и последовательность выполняемых работ;
- 2) необходимые для этого методические и материальные средства;
- 3) состав исполнителей, их обязанности и форму ответственности;
- 4) ожидаемые результаты.

Технология проектирования ИС - это совокупность методологии и средств проектирования ИС, а также методов и средств организации проектирования (управление процессом создания и модернизации проекта ИС).

Выделяют два основных класса технологии проектирования ИС: каноническая и индустриальная технологии.

**Каноническое проектирование ИС** ориентировано на использование, главным образом, каскадной модели ЖЦ ИС.

**Индустриальная технология проектирования**, в свою очередь, подразделяется на два подкласса: автоматизированное оригинальное (использование CASE-технологий) и типовое (параметрически ориентированное или модельно-ориентированное) проектирование. Использование индустриальных технологий проектирования не исключает использования в отдельных случаях канонической технологии.

Оригинальное (индивидуальное) проектирование ИС характеризуется тем, что все виды проектных работ ориентированы на создание индивидуальных для каждого объекта проектов, которые в максимальной степени отражают все его особенности.

Типовое проектирование ИС выполняется на основе опыта, полученного при разработке индивидуальных проектов. Типовые проекты как обобщение опыта для некоторых групп организационно-экономических систем или видов работ в каждом конкретном случае связаны с множеством специфических особенностей и различаются по степени охвата функций управления, выполняемым работам и разрабатываемой проектной документации. Типовое проектирование ИС предполагает создание системы из готовых типовых элементов.

Основным требованием для применения методов типового проектирования является возможность декомпозиции проектируемой ИС на множество составляющих компонентов (подсистем, комплексов задач, программных модулей и т.д.). Для реализации выделенных компонентов выбираются имеющиеся на рынке типовые проектные решения.

Типовое проектное решение (ТПР) - это тиражируемое проектное решение. Основными видами ТПР являются: типовые решения по задаче или по отдельному виду обеспечения задачи; отдельные подсистемы, разработанные с учетом функциональной полноты и минимизации внешних



информационных связей; полный набор функциональных и обеспечивающих подсистем ИС.

Типовое проектирование предполагает реализацию одного из подходов: параметрически-ориентированного (оценка пригодности пакетов прикладных программ для решения задач, анализ и оценка доступных пакетов, выбор и закупка наиболее подходящего, настройка параметров или доработка закупленного пакета или модельноориентированного (адаптация типовой ИС в соответствии с моделью объекта автоматизации - построение с использованием специального программного инструментария).

Принципиальная структурная схема АСУ приведена на рисунке 3.



Рисунок 3.3.

Первоначально АСУС сильно отличались от аналогичных систем в других отраслях промышленности, ввиду своей специфики. Однако, со временем, ПС становились все более гибкими и настраиваемыми. Целый класс программ, таких как управление проектами, 1С Предприятие, и др. смогли «подстроиться» под специфику отрасли. Вместе с тем, остались «чисто строительные» компоненты. Это касается программ для проведения сметных расчетов, календарного планирования и т.д. Неотъемлемую часть АСУС составляет информационная связь с проектными данными, созданными с помощью САПР. Первостепенную роль играет

решение задач организации, экономики и управления в рамках BIM – технологий.

Совершенствование автоматизированной системы управления строительным производством направлено, прежде всего, на обеспечение ускорения ввода в действие производственных мощностей и основных фондов, сокращение продолжительности строительства. Автоматизированная система управления строительной организацией (АСУС) благодаря оптимальному планированию и оперативному управлению обеспечивает ритмичность производства, способствует повышению производительности труда в результате сокращения потерь рабочего времени, рациональному использованию строительных машин и механизмов, оптимальной загрузке рабочих бригад.

## **Раздел IV. Базы данных.**

### **Тема 4.1. Основные понятия**

**База данных (БД)** — совокупность структурированной и взаимосвязанной информации, организованной по определенным правилам на материальных носителях.

База данных включает следующие компоненты:

- данные, т.е. весь фактический материал, хранящийся в базе;
- метаданные, т.е. данные о данных. Метаданные хранят всю информацию об объектах базы данных. Метаданные представляют собой сведения об именах и структуре таблиц, именах и правах пользователей. Чаще всего метаданные хранятся в виде таблиц, называемых системными;
- метаданные приложений. Это данные о приложениях, выполняемых СУБД над данными базы.

По типу хранимой информации базы данных делятся на:

- документальные;
- фактографические; • лексикографические.

По характеру организации хранения данных и обращения к ним различают базы данных: • локальные (персональные);

- централизованные (многопользовательские);
- распределенные.

По характеру организации данных базы данных могут быть разделены на: • неструктурированные; • частично структурированные; • структурированные.

Структурированные базы данных, в свою очередь, по типу используемой модели данных делятся на:

- иерархические;
- сетевые;
- реляционные;
- постреляционные;
- объектно-ориентированные; • объектно-реляционные; • многомерные.

Базы данных классифицируются по объему. Особое место здесь занимают так называемые сверхбольшие базы данных. Сверхбольшая база данных – это база данных, которая занимает чрезвычайно большой объем на устройстве физического хранения. Термин подразумевает максимально возможные объемы баз данных, которые определяются последними достижениями в технологиях физического хранения данных и в технологиях программного оперирования данными. Количественное определение понятия «чрезвычайно большой объем» меняется во времени. В настоящее время считается, что это объем, измеряемый по меньшей мере петабайтами.

Традиционные базы данных хранят информацию лишь о текущем состоянии объектов. Развиваются темпоральные базы данных, в которых учитываются специфическая природа времени и изменчивость данных с течением времени. Темпоральная (временная) база данных - это база данных, хранящая темпоральные данные. В широком смысле темпоральные данные - это произвольные данные, которые явно или неявно связаны с определенными датами или промежутками времени.

База данных, в которой одновременно поддерживается одно или более измерений в аспектах как пространства, так и времени, называется пространственно-временной.

Существуют циклические базы данных. Циклическая база данных - это база данных, объем хранимых данных которой не меняется со временем, поскольку количество записей постоянно и в процессе сохранения данных они используются циклически. Новые данные заменяют более старые данные. Одни и те же ячейки для данных используются циклически. Как правило, циклические базы данных используются для хранения информации, которая перезаписывается через равные интервалы времени.

Многообразие видов баз данных говорит о том, что они интенсивно разрабатываются и внедряются в различные сферы профессиональной деятельности человека.

**База данных** является интегрированной совокупностью недублируемых данных, на основе которых решаются все задачи данной предметной области. В базе данных имеется возможность многоаспектного доступа и использования одних и тех же данных различными пользователями и задачами. Для управления базами данных, их создания и ведения используются специализированные эффективные программные средства — системы управления базами данных СУБД.

Структура создаваемой базы данных должна отображать информационно-логическую модель данных предметной области. Логические взаимосвязи в базе данных организуются в соответствии с типом модели данных, поддерживаемой выбранной СУБД (иерархическая, сетевая, реляционная). В зависимости от принципов организации данных, принятых в модели, реализуются связи в базе данных.

**Нормативно-справочные и другие данные**, характеризующиеся относительной стабильностью, как правило, размещаются в отдельных массивах. Технология формирования и ведения этих массивов имеет свою специфику. Создаются эти массивы на этапе первоначальной загрузки БД. В процессе эксплуатации в эти массивы периодически (редко) по мере поступления извещений об изменении вносятся корректировки, которые обеспечивают поддержание БД в актуальном состоянии.

**Данные оперативного учета** вносятся в базу данных в соответствии с регламентом решения задач по мере поступления на ввод и обработку документов с оперативной, учетной информацией. Эти данные подлежат накоплению за определенный период, по истечении которого производится их обобщение и обработка. После выполнения очередного расчета накопленные данные оперативного учета подлежат уничтожению или сохранению в архиве.

### **Системы управления базами данных (СУБД)**

**Система управления базами данных** - это совокупность языковых и программных средств, предназначенных для создания, ведения и совместного использования базы данных многими пользователями. Ведение базы данных — это действия по добавлению, удалению и изменению хранимых данных.

СУБД играет роль посредника между клиентом (человеком или программой) и данными. Главные задачи, которые решает СУБД:

- Хранение данных.
- Поддержание целостности данных.
- Предоставление инструментария для манипулирования данными.

Задача хранения подразумевает размещение данных на некотором носителе информации (например, диске). Должен быть определен формат данных, обеспечивающий не только статичное хранение, но и эффективное манипулирование данными. СУБД должна контролировать любые изменения в данных и гарантировать, что при любых действиях по манипулированию данными не возникнет противоречий в структуре или в самих данных (при условии, что такие противоречия не были заложены разработчиком). СУБД должна обеспечивать интерфейс (функции, программы) для доступа к манипулированию данными.

#### **Тема 4.2. Современные технологии, используемые в работе с данными**

Современная жизнь немыслима без эффективного управления. Важной категорией являются системы обработки информации, от которых во многом зависит эффективность работы любого предприятия или учреждения. Такая система должна:

обеспечивать получение общих и/или детализированных отчетов по итогам работы; позволять легко определять тенденции изменения важнейших показателей; обеспечивать получение информации, критической по времени, без существенных задержек; выполнять точный и полный анализ данных.

Среди наиболее ярких представителей систем управления базами данных можно отметить Microsoft Access, dBase2, Microsoft SQL Server и Oracle. Фактически, у любой современной СУБД существует аналог, выпускаемый другой компанией, имеющий аналогичную область применения и возможности, любое приложение способно работать со многими форматами представления данных, осуществлять экспорт и импорт данных благодаря наличию большого числа конвертеров. Общепринятыми также являются технологии, позволяющие использовать возможности других приложений, например, текстовых процессоров, пакетов построения графиков и т.п., и

встроенные версии языков высокого уровня (чаще – диалекты SQL и/или VBA) и средства визуального программирования интерфейсов разрабатываемых приложений. Поэтому уже не имеет существенного значения на каком языке и на основе какого пакета написано конкретное приложение, и какой формат данных в нем используется. Более того, стандартом «дефакто» стала «быстрая разработка приложений» или RAD (от английского Rapid Application Development), основанная на широко декларируемом в литературе «открытом подходе», то есть необходимость и возможность использования различных прикладных программ и технологий для разработки более гибких и мощных систем обработки данных. Поэтому в одном ряду с «классическими» СУБД все чаще упоминаются языки программирования Visual Basic и Visual C++, которые позволяют быстро создавать необходимые компоненты приложений, критичные по скорости работы, которые трудно, а иногда невозможно разработать средствами «классических» СУБД. Современный подход к управлению базами данных подразумевает также широкое использование технологии «клиент-сервер».

Таким образом, на сегодняшний день разработчик не связан рамками какого-либо конкретного пакета, а в зависимости от поставленной задачи может использовать самые разные приложения. Поэтому, более важным представляется общее направление развития СУБД и других средств разработки приложений в настоящее время.

### **Модели организации данных в базах**

Модель - это способ структурирования данных, описания взаимосвязей между данными. Требования к модели:

- Модель должна быть достаточно универсальной, позволяя работать с данными различной структуры и сложности.
- Модель должна допускать автоматическую обработку данных, т.е. должна быть реализуема программными средствами.
- Модель должна быть наглядной, «прозрачной».

Поскольку задача описания структуры данных средствами выбранной модели возлагается на разработчика (человека), чем сложнее модель - тем труднее избежать ошибок при проектировании.

Модели данных различаются принципами определения, манипулирования и хранения данных в базе данных, но наиболее важным является способ организации связей между данными в базе.

Сама по себе проблема оптимального управления данными конечно не нова. Человечество прошло огромный путь от первых робких попыток до комплексной автоматизации основных информационных процессов.

До появления СУБД все данные, которые содержались в компьютерной системе постоянно, хранились в виде отдельных файлов. Система управления файлами следила за именами файлов и их размещением. Системы управления файлами широко используются и сегодня. В системах управления файлами модели данных, как правило, отсутствуют; эти системы ничего не знают о внутреннем содержимом файлов. Знание о содержимом файла, - какие данные в нем хранятся и как они организованы - удел прикладных программ, использующих этот файл. При увеличении количества файлов и программ приходилось тратить больше усилий на поддержание работоспособности старых программ, чем на разработку новых.

Проблемы сопровождения больших систем, основанных на файлах, привели в конце 1960-х годов к появлению СУБД. В основе СУБД лежала простая идея: изъять из отдельных программ определение структуры содержимого файла и хранить это определение вместе с данными, в базе данных. Используя информацию, хранящуюся в базе данных, СУБД может играть существенно более активную роль как в управлении данными, так и в изменениях структуры данных.

В настоящее время наибольшее распространение получила реляционная модель данных, но исторически ей предшествовали иерархическая и сетевая модели.

### **Иерархическая модель**

Иерархическая модель данных — это модель данных, где используется представление базы данных в виде древовидной (иерархической) структуры, состоящей из объектов (данных) различных уровней. Между объектами существуют связи, каждый объект может включать в себя несколько объектов более низкого уровня. Такие объекты находятся в отношении предка (объект более близкий к корню) к потомку (объект более низкого уровня). Пример, Information Management System (IMS) фирмы IBM.

### **Сетевые базы данных**

Если структура данных оказывалась сложнее, чем обычная иерархия, простота организации иерархической базы данных становилась ее недостатком. Например, в базе данных университета есть сведения о

преподавателях и дисциплинах. Один преподаватель может вести несколько дисциплин, а одну дисциплину могут вести несколько преподавателей. Такие структуры данных не соответствовали строгой иерархии IMS. В связи с этим была разработана новая, сетевая, модель данных. Она расширила иерархическую модель, позволяя одной записи участвовать в нескольких отношениях "предок-потомок", именуемых множествами (set). В 1971 году был опубликован официальный стандарт сетевых баз данных, который известен как модель CODASYL. Была разработана СУБД Adabas, которая приобрела большую популярность.

Конечно, у сетевых баз данных имелись недостатки. Подобно своим иерархическим предкам, сетевые базы данных были очень "жесткими". Наборы отношений и структура записей должны были быть заданы наперед. Изменение структуры базы данных обычно означало полную перестройку последней. И иерархическая, и сетевая база данных были инструментами программистов.

### ***Недостатки иерархической и сетевой моделей привели к появлению реляционной модели***

Ранние базы данных использовали либо жесткую иерархическую структуру, либо сложный план навигации по указателям на физическое размещение данных на магнитных лентах. Целые команды программистов требовались для того, чтобы сформулировать запрос на выделение нужной информации.

Недостатки иерархической и сетевой моделей привели к повышенному интересу к новой реляционной модели данных, впервые описанной доктором Коддом в 1970 году. Поначалу она представляла лишь академический интерес. Сетевые базы данных продолжали оставаться важной технологией на протяжении 1970-х и в начале 1980-х годов. Однако в середине 1980-х годов начался взлет реляционной модели.

Реляционная модель данных, предложенная Коддом, была попыткой упростить структуру базы данных. В ней отсутствовала явная структура "предок-потомок", а все данные были представлены в виде простых таблиц, разбитых на строки и столбцы. Работа Кодда дает точное, математическое определение реляционной базы данных, а также теоретический фундамент для операций, которые могут быть выполнены над ней. Реляционная СУБД способна реализовать отношения "предокпотомок", однако эти отношения представлены исключительно значениями, содержащимися в таблицах базы данных.



Идея зависимости только от отношений, базирующихся на значениях, в то время была весьма радикальной концепцией, и многие люди относились к ней скептически. Они не верили, что сгенерированные машиной реляционные запросы смогут выполняться так же хорошо, как программы, сделанные вручную людьми - профессионалами в навигации. Но увеличивающаяся мощность новых компьютеров, и длинный список инноваций в ПО дали возможность ученым донести преимущества идеи Кодда до потребителей.

"Основная идея Теда была в том, что отношения между элементами данных должны базироваться на значениях элементов, а не на отдельно задаваемых связях или вложениях. Эта идея грандиозно упростила создание запросов и обеспечила невиданную гибкость для использования существующих наборов данных новыми способами", - сказал Дон Чемберлен, соавтор языка SQL. "Он верил, что пользователи компьютеров будут в состоянии работать на уровне, более приближенном к естественному языку, и не будут отвлекаться на подробности того, где и как данные хранятся".

Подавляющее большинство научных исследований в области баз данных в течение последних 50 лет было посвящено (иногда косвенно) именно этой модели. Фактически, введение реляционной модели было, несомненно, наиболее важным событием во всей истории развития теории баз данных. По этим причинам, а также учитывая то, что реляционная модель основана на определенных математических и логических принципах и, следовательно, идеально подходит для изложения теоретических концепций систем.

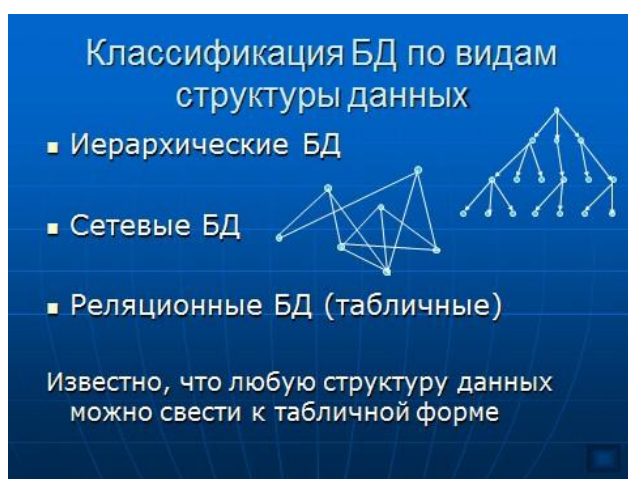


Рисунок 4.1. Виды моделей

## Реляционная модель: основные понятия, условия реляционной целостности

Реляционная модель в настоящее время самая распространенная модель данных. В основе РМД лежит понятие отношения (relation - англ.). Отношение отображает некоторый объект. Объект характеризуется набором атрибутов  $D_1, D_2, \dots, D_n$ , а каждый атрибут - набором допустимых значений, называемым доменом. Пусть  $D_1 = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ ,  $D_2 = \{y_1, y_2, \dots, y_l\}, \dots, D_n = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$ . Список имен атрибутов ( $D_1, D_2, \dots, D_n$ ) называется схемой отношения, а количество атрибутов в отношении - степенью отношения.

Отношение определяется как подмножество  $R$  декартова произведения:  
 $D_1 \times \dots \times D_n$ .

Декартово произведение - это набор всевозможных сочетаний из  $n$  значений, где каждое значение берется из своего домена.

Создатель РМД Э. Кодд использовал термин «отношение» как синоним слова «таблица». Столбцы этой таблицы соответствуют атрибутам, а строки называются кортежами. Количество кортежей в отношении называется мощностью отношения.

РМД основана на математическом понятии отношения и представлении отношений в форме таблиц. Таблица в РМД

(реляционная таблица) обладает следующими свойствами:

- каждое значение атрибута, содержащееся на пересечении строки и столбца должно быть атомарным, т.е. не расчленяться на несколько значений;
- значения в столбце должны быть однородными;
- каждая строка уникальна;
- каждый столбец имеет уникальное имя;
- последовательность строк и столбцов в таблице не существенна;

В таблице реляционной БД столбцы называют полями, а строки - записями.

Одно или несколько полей, значения которых в каждой записи таблицы однозначное идентифицируют, называют потенциальным ключом.

Свойства потенциального ключа:

1. уникальность,
2. неизбыточность.

В таблице может быть несколько потенциальных ключей. Один из них, который выбран, называется первичным ключом, а остальные - альтернативными.

В реляционной БД между таблицами устанавливаются связи посредством связи полей, содержащих общую информацию для обеих таблиц.

Пусть таблица R1 связывается с таблицей R2. Тогда таблица R1 именуется главной, а таблица R2 - подчиненной. Ключевое поле главной таблицы называется первичным ключом, а поле подчиненной таблицы - внешним ключом. Одна запись главной таблицы может быть связана с одной или несколькими записями подчиненной таблицы. При этом значения первичного ключа уникальны, а внешнего - могут повторяться.

В общем случае РМД представляет множество взаимосвязанных таблиц.

Графическое изображение связи между таблицами называется схемой данных.

В РМД должны выполняться условия целостности данных. Это условие «целостности таблиц» и условие «ссылочной целостности». Условие «целостности таблиц» накладывает ограничения на значения первичного ключа – значения первичного ключа таблицы должны быть уникальными и непустыми. Условие «ссылочной целостности» предполагает, что каждое значение внешнего ключа должно совпадать с одним из значений первичного ключа.

В реляционной модели данных должны выполняться условия реляционной целостности данных. В реляционной модели предполагается выполнение условий «целостности таблиц» и «ссылочной целостности».

Условие «целостности таблиц» накладывает ограничения на значения первичного ключа, которые должны быть уникальными для всех записей таблицы, кроме того, они должны быть непустыми.

Условие «ссылочной целостности» предполагает, что каждое значение внешнего ключа родительской таблицы должно совпадать с одним из значений первичного ключа этой таблицы.

Реляционная алгебра - система операций над отношениями в реляционной модели данных.

Множество операций подразделяется на два класса:

- теоретико-множественные операции - объединение, пересечение, разность, декартово произведение отношений;
- специальные реляционные операции - выборка, проекция, соединение, деление отношений.



Рисунок 4.2. Таблицы в реляционной модели

## Новые модели данных

**Постреляционная модель данных** в общем случае представляет собой расширенную реляционную модель, снимающую ограничение неделимости значений полей, т.е. допускаются многозначные поля, значения которых состоят из подзначений. Достоинствами постреляционной модели данных являются:

- возможность представления связанных реляционных таблиц одной постреляционной таблицей, что обеспечивает высокую наглядность представления данных и повышение эффективности их обработки;
- отсутствие ограничений на длину полей и их количество в записях таблицы.

Недостатком является сложность в обеспечении целостности данных.

**Объектно-ориентированная** и **объектно-реляционная** модели используются для преодоления ограниченных возможностей реляционной модели по хранению и обработке сложных объектов, как, например, документ, звук, видео и др.

**Объектно-ориентированная** модель данных (ООМД) представляет структуру, которую можно изобразить графически в виде дерева, узлами которого являются объекты. Каждый объект характеризуется уникальным идентификатором, состоянием и поведением. Состояние объекта определяется множеством значений его атрибутов. Поведение объекта описывают методы,

называемые процедурами. То есть, составной частью описания объекта являются процедуры, способные производить действия над атрибутами объекта в случае наступления тех или иных событий. Объекты могут объединяться в классы. Экземпляры одного класса отличаются лишь значениями своих свойств. Методы устанавливаются при определении класса. Для выполнения действий над объектами применяются объектноориентированные механизмы - наследование, инкапсуляция, полиморфизм.

Наследование - на основе существующего класса можно образовать новый класс объектов, который будет наследовать свойства родительского класса. Инкапсуляция - доступ к данным осуществляется только лишь в соответствии с правилами поведения объекта, описываемыми методами. Полиморфизм – способность объектов поразному реагировать на одно и то же событие в окружающем мире. Полиморфизм используется для унификации обработки разнородных объектов.

Основным достоинством ООМД является способность отображать информацию сложных объектах с исчерпывающим описанием взаимосвязей между ними и их динамического поведения. Эта модель обычно применяется для сложных предметных областей, при моделировании которых не хватает функциональности реляционной модели. Недостатком является сложность понятийного аппарата, что усложняет ее применение и отрицательно сказывается на накоплении опыта создания и эксплуатации объектно-ориентированных БД.

**Объектно-реляционная** модель данных (ООРМД) является гибридной моделью, сочетающей возможности реляционной модели с объектными свойствами данных. Ее отличительная особенность состоит в том, что она основана на стратегии реляционной модели.

**Многомерная модель** проявляется в многомерном логическом представлении структуры информации, а не многомерность визуализации данных. Многомерная модель предназначена для аналитической обработки информации. Ее принципы организации данных - это агрегируемость, историчность, прогнозируемость данных. Основные понятия многомерной модели - измерение и ячейка. Измерение - это множество однотипных данных, образующих одну из граней многомерного гиперкуба. Используются измерения временные (дни, месяцы, кварталы и годы) и географические (города, районы, регионы и страны). Ячейка - это поле, значение которого однозначно определяется фиксированным набором измерений. В многомерной

модели данных используется гиперкубический и поликубический варианты организации данных. Для извлечения данных из базы, организованной по многомерной модели, применяется ряд специальных операций: срез, вращение, агрегация и детализация. Достоинством многомерной модели является удобство и эффективность аналитической обработки больших объемов данных, связанных с временными интервалами; недостатком - громоздкость для простейших задач оперативной обработки информации.

Необходимо отметить, что продолжает доминировать «классическая» реляционная модель, ввиду ее простоты и скорости обработки данных.

### **Проектирование базы данных. Требования к базе данных (БД). Жизненный цикл БД. Этапы проектирования реляционной БД**

**Проектирование БД** - это процесс создания проекта БД, предназначенной для поддержки функционирования объекта и способствующей достижению его целей. При проектировании БД необходимо учитывать следующие требования:

- 1) целостность БД (полнота и непротиворечивость данных);
- 2) многократное использование данных;
- 3) быстрый поиск и получение информации по запросам пользователей;
- 4) простота обновления данных;
- 5) уменьшение излишней избыточности данных;
- 6) защита данных от несанкционированного доступа, от искажения и уничтожения.

**Жизненный цикл БД (ЖЦБД)** - это процесс проектирования, реализации и поддержки БД. Он состоит из следующих семи этапов:

- 1) предварительное планирование БД;
- 2) проверка осуществимости;
- 3) определение требований к БД;
- 4) концептуальное проектирование (разработка концептуальной модели БД);
- 5) логическое проектирование (разработка логической модели БД);
- 6) физическое проектирование (разработка БД в среде некоторой

СУБД);

7) оценка работы и поддержка БД.

Проектирование БД состоит из трех этапов: концептуального, логического и физического проектирования.

Процедуры концептуального проектирования следующие.

1. Определение сущностей и их документирование.
2. Определение связей между сущностями и их документирование.
3. Создание ER-модели предметной области.
4. Определение атрибутов сущностей и их документирование.
5. Определение доменов атрибутов и их документирование.
6. Определение первичных ключей сущностей и их документирование.
7. Обсуждение концептуальной модели данных с конечными пользователями.

Процедуры логического проектирования следующие.

1. Выбор модели данных.
2. Определение набора таблиц исходя из ER-модели и их документирование.
3. Нормализация таблиц.
4. Проверка логической модели данных на предмет возможности выполнения всех операций, предусмотренных пользователями.
5. Определение требований поддержки целостности данных и их документирование.
6. Создание окончательного варианта логической модели данных и обсуждение его с пользователями.

Процедуры физического проектирования следующие.

1. Выбор СУБД
2. Проектирование таблиц БД средствами выбранной СУБД.
3. Реализация бизнес-правил в среде выбранной СУБД.
4. Проектирование физической организации БД.
5. Разработка стратегии защиты БД.
6. Организация мониторинга БД и ее настройка.

## **Концептуальные модели баз данных. Модель «сущность-связь» (ER-модель)**

Целью концептуального проектирования является создание концептуальной модели БД, дающей общее представление об объектах БД и взаимосвязях между ними.

Концептуальное проектирование включает следующие процедуры: 1) определение объектов (часто говорят сущностей) БД;

2) установление типа и вида связей между объектами (сущностями);

3) построение концептуальной модели.

Концептуальная модель - абстракция предметной области, которая базируется на графических диаграммах. Такая модель создаётся без ориентации на какую-либо конкретную СУБД и модель данных.

Основными конструктивными элементами концептуальной модели являются:

- сущности,
- связи,
- атрибуты.

Сущность (информационный объект) - любой конкретный (реальный) или абстрактный объект в рассматриваемой предметной области.

Связь - наблюдаемая взаимосвязь (ассоциация) между сущностями.

Атрибут - свойство, характеризующее сущность.

Для моделирования данных предметной области на этапе концептуального проектирования БД широко используется модель «сущность-связь» (ER-модель). В ней моделирование структуры данных предметной области базируется на использовании графических средств - ER-диаграмм (диаграмм «сущность-связь»). На ER-диаграммах сущности (объекты) представляются в виде прямоугольников. Имя сущности записывается внутри прямоугольника. Связи между сущностями отображаются в виде ромба. Внутри ромба записывается глагол, определяющий семантику взаимоотношения сущностей. Связи имеют три характеристики:

1) тип (кардинальность) связи - 1:1, 1:M, M:N;

2) мощность (степень) связи - например, бинарная, тернарной и кватенарная связи;



3) вид связи (класс принадлежности сущности) - обязательный или необязательный.

Мощность связи - количество сущностей, которые охвачены данной связью.

Если каждый экземпляр сущности (т.е. конкретный представитель данной сущности) А связан с экземпляром сущности В, то класс принадлежности (КП) сущности А является обязательным. Этот факт отмечается на ER-диаграмме кружочком, помещенным в прямоугольник, смежный с прямоугольником сущности А. Если не каждый экземпляр сущности А связан с экземпляром сущности В, то класс принадлежности сущности А является необязательным. Этот факт отмечается на ER-диаграмме кружочком, помещенным на линии связи возле прямоугольника сущности А.

### **Преобразование ER-модели в реляционную модель данных**

На этапе логического проектирования базы данных прежде всего выбирается модель базы данных и осуществляется построение логической модели будущей базы данных. Она формируется в результате преобразования концептуальной модели предметной области к структурам, характерным для выбранной модели.

Логическая модель данных является универсальной схемой БД, т.к. не связана с реализацией в конкретной СУБД.

При выборе реляционной модели на этапе логического проектирования выполняется:

- 1) переход от ER-диаграмм к набору предварительных таблиц;
- 2) нормализация полученных таблиц с целью оптимизации структуры БД и устранения избыточного дублирования данных в таблицах.

При переходе от ER-диаграмм к таблицам используется принцип: для каждой сущности создается таблица, каждому атрибуту сущности соответствует поле таблицы, каждому экземпляру сущности - запись таблицы, а также правила генерации таблиц из ER-диаграмм для различных типов связи и классов принадлежности сущностей.

Для каждой сущности создается таблица. Причем каждому атрибуту сущности соответствует столбец таблицы.

Правила генерации таблиц из ER-диаграмм опираются на два основных фактора- тип связи и класс принадлежности сущности. Правило 1

Если связь типа 1:1 и КП обеих сущностей является обязательным, то создается только одна таблица. Первичным ключом (ПК) этой таблицы может быть ПК любой из двух сущностей.

#### Правило 2

Если связь типа 1:1 и КП одной сущности является обязательным, а другой - необязательным, то создается две таблицы (по одной для каждой сущности). ПК сущности должен быть ПК соответствующей таблицы. ПК сущности, для которой КП является необязательным, добавляется как атрибут в таблицу для сущности с обязательным КП.

#### Правило 3

Если связь типа 1:1 и КП обеих сущностей является необязательным, то создаются три таблицы - по одной для каждой сущности и одна для связи.

ПК сущности должен быть ПК соответствующей таблицы. Таблица для связи должна иметь среди своих атрибутов ключи обеих сущностей.

Для связи типа 1:М существует только два правила. Выбор одного из них зависит от КП сущности на стороне М (КП сущности на стороне 1 не влияет на выбор).

#### Правило 4

Если связь типа 1:М и КП сущности на стороне М является обязательным, то необходимо построить две таблицы (по одной для каждой сущности). ПК сущности должен быть ПК соответствующей таблицы. ПК сущности на стороне 1 добавляется как атрибут в таблицу для сущности на стороне М.

#### Правило 5

Если связь типа 1:М и КП сущности на стороне М является необязательным, то необходимо построить три таблицы - по одной для каждой сущности и одну для связи. ПК сущности должен быть ПК соответствующей таблицы.

Таблица для связи должна иметь среди своих атрибутов ключи обеих сущностей. Для связи типа М ^ КП сущности не имеет значения и существует одно правило:

#### Правило 6

Если связь типа М ^, то необходимо построить три таблицы - по одной для каждой сущности и одну для связи. ПК сущности должен быть ПК ключом соответствующей таблицы. Таблица для связи должна иметь среди своих атрибутов ключи обеих сущностей.

### **Нормализация таблиц**

Нормализация таблиц - это процесс, позволяющий минимизировать избыточность данных. Он сводится к приведению таблиц как минимум к третьей нормальной форме (3НФ).

**Первая нормальная форма (1НФ)** определяется следующим образом:

Таблица находится в 1НФ, если все ее поля содержат только неделимые значения. На практике, если в клетках столбца содержится несколько значений, то каждое из них представляется отдельной записью.

**Вторая нормальная форма (2НФ)** базируется на понятии частичной и полной функциональной зависимости и определяется следующим образом:

Таблица находится в 2НФ, если она удовлетворяет требованиям 1НФ и неключевые поля функционально полно зависят от первичного ключа. На практике, если неключевые поля находятся в частичной функциональной зависимости, то они удаляются из таблицы и помещаются в новую таблицу совместно с подмножеством первичного ключа, от которого они зависят.

**Третья нормальная форма (3НФ)** определяется следующим образом:

Таблица находится в 3НФ, если она удовлетворяет требованиям 2НФ и не содержит транзитивных зависимостей. Транзитивной зависимостью называется функциональная зависимость между неключевыми атрибутами. На практике, если неключевые поля находятся в транзитивной зависимости, то они помещаются в отдельные таблицы, вместе с ключевыми полями.

### **Общие сведения о CASE-средствах. Автоматизированное проектирование БД с помощью CASE-средств**

CASE-средства - программные средства для автоматизированного проектирования реляционных БД.

Широко распространены CASE-системы: ER-win, Design/IDEF, Power Designer. Их графические средства моделирования предметной области дают возможность наглядно изучать концептуальную модель данных и перестраивать ее соответственно поставленным целям и имеющимся ограничениям. Охарактеризуем CASE-средство ERwin.

ERwin позволяет строить логическую модель БД в различных предметных областях и автоматически генерировать физическую модели БД - создавать структуры данных в среде многих настольных и серверных СУБД.

ERwin имеет развитые средства создания различных представлений ER-диаграмм:

- диаграмм уровня сущностей. На них приводятся сущности и их связи. Они удобны для обзора большой модели;
- диаграмм уровня определений. На них даются определения сущностей. Они служат для презентации диаграмм другим людям;
- диаграмм уровня атрибутов. На них прямоугольник-сущность делится линией на 2 части - в верхней отображаются атрибуты (колонки) первичного ключа, а в нижней - остальные атрибуты (колонки). Они используются при создании логической и физической моделей БД;
- диаграмм уровня первичных ключей. На них внутри прямоугольников-сущностей показываються только атрибуты, составляющие первичный ключ;
- диаграмм уровня иконок. На них сущностям ставятся в соответствие иконки. Они служат для презентационных целей.

ERwin позволяет:

- редактировать и оформлять модель БД;
- получать подробные отчеты по модели БД;
- осуществлять прямое и обратное моделирование БД.

Прямое моделирование - это описание схемы БД в графическом виде, а затем получение готовой БД. Обратное моделирование - это восстановление схемы БД по существующей БД, что необходимо при переносе БД из среды одного сервера БД в среду другого.

Инструменты ERwin помогают свести рутинный труд разработчика к минимуму, снизить потери времени при согласовании моделей БД со специалистами предметной области, облегчить поддержку созданных информационных систем в будущем.

### **Архитектура СУБД**

Архитектура СУБД - это совокупность функциональных компонентов системы и их взаимосвязей. СУБД включает три компонента:

- подсистему средств проектирования БД и ее приложений - это набор инструментов, упрощающих проектирование и реализацию БД и ее приложений;
- подсистему обработки компонентов приложений (она обеспечивает работу приложений БД и включает: процессор запросов, процессор форм, генератор отчетов; средства обработки, реализованные на языках программирования);
- ядро СУБД, которое является посредником между данными подсистемами и БД. Оно выполняет чтение и запись данных при обращении к внешним устройствам, участвует в блокировке, резервном копировании и восстановлении БД, управлении транзакциями.

## **Низкоуровневые функции СУБД**

**1. Управление данными во внешней памяти.** Эта функция дает возможность пользователям выполнять основные операции с данными - сохранение, извлечение, обновление.

### **2. Управление транзакциями.**

Транзакция - это последовательность операций над базой данных, которые должны быть выполнены непременно как единое целое, чтобы база данных осталась в непротиворечивом состоянии. Если во время выполнения транзакции произойдет сбой в работе компьютера, то база данных окажется в противоречивом состоянии, так как некоторые изменения уже будут внесены, а остальные еще нет. Поэтому все частичные изменения должны быть отменены для возвращения базы данных в прежнее непротиворечивое состояние.

Транзакции имеют следующие свойства:

- атомарность (Atomicity). Любая конкретная транзакция действует по принципу «все или ничего». Транзакция либо успешно выполняется, и тогда СУБД фиксирует произведенные изменения базы данных во внешней памяти, либо отменяется, и тогда все произведенные изменения СУБД ликвидирует;
- согласованность (Consistency). Любая конкретная транзакция преобразует правильное состояние базы данных в другое правильное состояние, притом, сохранение свойства правильности на всех промежуточных этапах этого преобразования не является обязательным;
- изолированность (Isolation). Любые обновления, внесенные конкретной транзакцией, остаются скрытыми от всех других транзакций до тех пор, пока не произойдет фиксация данной транзакции;

- устойчивость (Durability). После фиксации любой конкретной транзакции внесенные ею обновления остаются в базе данных, даже если в последствии произойдет аварийный останов системы.

В специальной литературе данные свойства получили название ACID-свойства. Управление транзакциями необходимо для поддержания непротиворечивости базы данных.

### **3. Управление буферами оперативной памяти.**

СУБД обычно работают с базами данных значительного размера, часто существенно превышающего доступный объем оперативной памяти. Если при обращении к любому элементу данных будет производиться обмен с внешней памятью, то СУБД будет работать со скоростью устройства внешней памяти. Единственным способом увеличения этой скорости является буферизация данных в оперативной памяти. При этом для СУБД недостаточно возможностей буферизации, предоставляемых операционной системой. Поэтому развитые СУБД поддерживают собственный набор буферов оперативной памяти.

### **4. Управление параллельным доступом.**

СУБД должна гарантировать, что при одновременном доступе к базе данных многих пользователей не произойдет конфликтов с нежелательными последствиями. Механизм управления параллельным доступом называется блокировкой. Суть блокировки состоит в том, что запись базы данных не может быть модифицирована без ведома транзакции, то есть происходит блокирование доступа к записи со стороны других транзакций, чем исключается ее непредсказуемое изменение.

### **5. Восстановление базы после сбоя.**

Это обеспечение надежности хранения данных во внешней памяти путем восстановления последнего непротиворечивого состояния базы данных после любого аппаратного или программного сбоя.

### **6. Поддержка языков баз данных.**

Для работы с базами данных используются специальные языки - языки баз данных. В настоящее время для реляционных СУБД стандартным языком является язык SQL.

### **7. Ведение системного каталога.**

Эта функция заключается в ведении словаря данных, своего рода хранилища информации, описывающей данные базы.

### **8. Поддержка целостности данных.**

СУБД должна располагать сведениями о правилах, которые нельзя нарушать при работе с данными, и иметь инструменты контроля за тем, чтобы данные и их изменения соответствовали заданным правилам.

#### **9. Контроль доступа к данным.**

СУБД должна иметь механизм, гарантирующий возможность только санкционированного доступа к базе данных.

#### **10. Предоставление набора вспомогательных утилит.**

Вспомогательные утилиты обычно предназначаются для оказания помощи администратору баз данных в эффективном администрировании базы данных.

**Классификация СУБД. Реляционная СУБД** Классифицировать СУБД можно:

1) по степени универсальности: СУБД общего назначения (они не ориентированы на какую-либо конкретную сферу применения и обладают средствами настройки на работу с определенной БД) и СУБД специального назначения, например, IMBASE - СУБД для автоматизации проектных и конструкторских работ; 2) по типу поддерживаемой модели данных:

- иерархические. Первая иерархическая СУБД - IMS компании IBM(1968г.);
- сетевые. Первая сетевая СУБД - IDS компании General Electric;
- реляционные. Первые коммерческие реляционные СУБД - от компаний IBM, Oracle Corporation и др.;
- постреляционные, например, uniVers, Bubba, Dasdb;
- объектно-ориентированные, например, ORION, IRIS, Vbase, PDM;
- объектно-реляционные, например, Informix Universal Server (Informix Software), DB2 Universal Database (IBM);
- многомерные, например, Oracle Express Server (Oracle), Cache (InterSystems);

3) по поддерживаемому режиму работы с базой данных СУБД можно классифицировать на однопользовательские и многопользовательские (с мультимедийным доступом). В однопользовательских СУБД в каждый момент времени возможна работа только одного пользователя. Многопользовательские СУБД предназначены для одновременной обработки запросов нескольких пользователей и поддержки параллельного обращения к базе данных нескольких приложений.

## **Режимы работы пользователя в среде СУБД**

Пользователь может работать с БД в СУБД в режимах:

- через меню системы - команды выбираются из различных меню и их параметры уточняются в диалоговых окнах;
- командный режим - с клавиатуры вводятся команды языка запросов SQL;
- программный режим - организация доступа к данным и управление ими производится из прикладных программ.

Работа с локальной БД осуществляется в однопользовательском режиме, с централизованной БД - в многопользовательском.

## **Тенденции развития СУБД**

В настоящее время СУБД широко используются в разработках различных автоматизированных информационных систем и продолжают активно развиваться в следующих направлениях:

- расширение множества типов обрабатываемых данных;
- интеграция технологий баз данных и Web-технологий;
- поддержка активных баз данных;
- СУБД NoSQL; • СУБД in-memory.

СУБД продолжают эволюционировать в направлении более точного отображения постоянно усложняющегося реального мира.

## **Администрирование баз данных. Оптимизация работы базы данных (индексирование и хеширование, сжатие данных)**

Администрирование базы данных - это обеспечение надежного и эффективного функционирования базы данных, а также адекватности ее содержания информационным потребностям пользователей, отображения в базе данных актуального состояния предметной области.

В 1975 г. ANSI была предложена следующая классификация функций администрирования базы данных:

- администрирование предметной области, обеспечивающее адекватность отображения в концептуальной схеме базы данных тех изменений, которые происходят в предметной области;



- администрирование приложений, ответственное за обеспечение представления базы данных для различных групп пользователей в соответствии с их потребностями;
- администрирование базы данных, включающее сохранность базы данных и максимизацию ее производительности;
- администрирование безопасности данных, которое обеспечивает представление пользователям полномочий на доступ к данным в базе и соответствующим образом настраивает системные средства защиты от несанкционированного доступа.

Каждая из перечисленных групп функций может возлагаться на одно лицо либо несколько лиц службы администратора базы данных в зависимости от масштабов базы данных, количества пользователей, количества и уровня сложности приложений, а также других факторов.

Функции администратора базы данных весьма обширны и поразному трактуются в различных организациях. В достаточно полный набор функций администратора баз данных включаются следующие:

- контроль целостности и восстановление базы данных;
- настройка СУБД на конкретные условия применения;
- настройка СУБД для эффективной обработки данных и обслуживания пользователей;
- сбор и анализ статистики функционирования базы данных;
- реорганизация базы данных в соответствии с изменениями предметной области;
- подключение новых разработчиков и пользователей, назначение паролей, привилегий доступа к конкретным данным;
- контроль изменения объема базы данных, определение целесообразности модернизации оборудования;
- консультирование пользователей по особенностям используемой версии СУБД и инструментов разработки запросов и других приложений;
- разработка процедур использования типичных средств СУБД и документации, регламентирующей действия пользователей по отношению к базе данных;
- мониторинг и оптимизация производительности базы данных.

Для выполнения функций администратора базы данных имеется специализированное программное обеспечение, называемое средствами DBA (DataBaseAdministration - администрирование БД). Его примером может

служить утилита SQL Server Configuration Manager, входящая в состав СУБД Microsoft SQL Server.

В современных СУБД для управления правами доступа применяются общие методы обеспечения безопасности данных: дискреционный, мандатный, ролевой. Эти методы могут применяться как по отдельности, так и в комбинации, по отношению как ко всей базе данных, так и любому объекту внутри нее.

При **дискреционном** методе в явном виде задаются права пользователя по отношению к базе данных или ее конкретному объекту.

Разные пользователи могут обладать разными правами доступа к одному и тому же объекту. Метод характеризуется гибкостью настройки, простотой реализации, благодаря чему он используется практически во всех коммерческих СУБД.

В случае **мандатного** метода определяется список уровней допуска к объектам базы данных, например, особо секретно, секретно, конфиденциально, для общего пользования. Затем каждому объекту базы данных присваивается один из уровней допуска, и каждый пользователь наделяется одним из уровней допуска.

Тогда пользователь может:

- просматривать объект, если его уровень допуска выше или равен уровню допуска объекта;
- модифицировать объект, только если его уровень допуска равен уровню допуска объекта.

Суть **ролевого** метода (называемого также недискреционным) заключается в том, что пользователю назначаются права через определенные роли. Роль — это определенный поименованный набор прав. Для каждого пользователя одновременно могут быть активными несколько ролей, каждая из которых дает ему определенные права. Ролевой метод реализован в большинстве СУБД посредством SQLкоманд GRANT и REVOKE. Существуют стандартные роли (в разных СУБД они могут различаться). Имеется также возможность создавать нестандартные роли и наделять ими определенных пользователей. Этот метод позволяет упростить управление правами пользователей, структурировать этот процесс.

К правовым мерам защиты информации относятся действующие в стране законы, указы и другие нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией и ответственность за их нарушения.

Восстановление базы данных осуществляется в случае ее физического повреждения или нарушения целостности. Целостность базы данных означает, что в ней содержится полная, непротиворечивая и адекватно отображающая предметную область информация. Поддержание целостности базы данных включает проверку целостности и восстановление целостности в случае обнаружения противоречий в базе данных.

Резервное копирование - это периодически выполняемая процедура получения копии базы данных на автономном носителе, сохраняемом отдельно от самой базы в местах, обеспечивающих сохранность копии.

Восстановление базы данных возможно с помощью журнала изменений.

Журнал изменений базы данных - это особая часть базы данных, недоступная пользователям базы данных, в которую поступают записи обо всех изменениях основной части базы данных.

Оптимизация работы базы данных является весьма непростой проблемой и включает в себя решение целого комплекса взаимосвязанных задач. Это обеспечение приемлемого быстродействия и функциональности базы данных, удобства работы пользователей, оптимизация потребляемых ресурсов, например, по критерию минимизации затрат памяти и максимизации использования сети и др. Однако важнейшим аспектом оптимизации работы базы данных является повышение ее производительности. Вопросам производительности базы данных следует уделять внимание уже на стадии ее проектирования - определять наилучшую с точки зрения скорости работы структуру базы данных. Для повышения производительности базы данных можно использовать общие методы повышения быстродействия программ, такие как увеличение мощности аппаратных средств, конфигурирование операционной системы, оптимизация структуры внешних носителей и размещения базы данных на них и др. На уровне физической организации баз данных с этой целью применяются такие методы хранения и доступа к данным, как индексирование, хеширование, сжатие.

Физическая организация современных баз данных во многом определяет производительность СУБД и представляет коммерческую тайну.

## **ОСНОВЫ ЯЗЫКА SQL**

Язык SQL (Structured Query Language) - структурированный язык запросов.

Его история насчитывает более 40 лет. SQL стал стандартом языка баз данных, являясь одной из важнейших и востребованных информационных

технологий. Его поддерживают сотни разнообразных СУБД, работающих на различных платформах.

SQL относится к декларативным (описательным), то есть непроцедурным языкам. На данном языке можно сформулировать, что нужно сделать с данными, но не требуется указывать, как именно это следует сделать.

Стандарт SQL - это документ, в котором определяется обязательный набор возможностей языка для всех SQL-ориентированных СУБД. Стандарты являются отправной точкой на определенный момент времени для разработчиков СУБД в усовершенствовании технологий обработки данных. Они определяют однозначное понимание семантики, синтаксиса и возможностей языка на определенный момент времени.

В 1986 г. в результате совместных усилий двух организаций ANSI (American National Standards Institute - американский национальный институт стандартов) и ISO (International Standards Organisation - международная организация стандартов) был принят первый официальный стандарт SQL-86 (SQL-1). SQL-стандарты не являются статичными, а постоянно развиваются, появляются его новые версии.

Несмотря на наличие стандартов языка SQL, многие компании-производители СУБД (Oracle, Microsoft, IBM, Informix и др.) вносят изменения в SQL, тем самым отступая от стандартов. Каждая из реализаций языка SQL в конкретной СУБД называется диалектом. Диалекты SQL в основном похожи между собой, но различаются в деталях. Функции, которые добавляются к стандарту языка разработчиками СУБД, принято называть расширениями. Например, в стандарте языка SQL определены конкретные типы данных, которые могут храниться в базах данных. Во многих диалектах этот список расширяется за счет разнообразных дополнений.

В широко распространенных в настоящее время СУБД используются следующие диалекты языка SQL:

- Transact-SQL – в СУБД Microsoft SQL;
- PL/SQL – в СУБД Oracle;
- Informix-SQL – в СУБД Informix; • Jet SQL – в СУБД Microsoft Access.

Язык SQL можно использовать для доступа к базе данных в двух режимах - при интерактивной работе и в прикладных программах.

Характеризуя язык SQL в целом, можно выделить следующие его достоинства:

- высокоуровневая структура, напоминающая английский язык;
- лежащая в его основе классическая реляционная модель;
- независимость от конкретных СУБД;
- межплатформенная переносимость;
- расширяемость и наличие развивающихся стандартов;
- возможность выполнения интерактивных запросов на извлечение данных и модификацию их структуры;
- обеспечение программного доступа к базам данных;
- возможность различного представления данных разным

пользователям;

- поддержка архитектуры клиент/сервер;
- возможность изменять и расширять структуру базы данных даже в то время, когда пользователи обращаются к ее содержимому (динамическое определение данных);
- поддержка объектно-ориентированных технологий и интеграция с языком программирования Java;
- возможность доступа к данным в среде Интернет;
- поддержка открытого программного кода;
- промышленная инфраструктура - приложения уровня предприятия обычно требуют наличия SQL-ориентированной базы данных.

Каждая команда SQL начинается с указания действия - ключевых слов, описывающих выполняемую операцию (ключевое слово - это зарезервированное слово, имеющее определенный смысл в языке). Например, SELECT (извлечь), INSERT (добавить), DELETE (удалить), COMMIT (завершить), CREATE TABLE (создать структуру таблицы).

После действия может следовать одно или несколько предложений. Предложение описывает данные, с которыми работает команда, или содержит уточняющую информацию о действии, выполняемом командой. Каждое предложение начинается с ключевого слова, такого как, например, WHERE (где), FROM(откуда), INTO (куда). Многие предложения содержат имена таблиц и полей базы данных, некоторые - константы и выражения.

Тип данных характеризует значения данных (например, числовые, текстовые, дата/время), а также определяет операции, применимые к рассматриваемым данным.

Такие традиционные типы данных, как числа и строки символов постоянной длины, были определены в стандарте SQL-1. Более поздние стандарты предусматривают дополнительно и другие типы данных, например, строка символов переменной длины, дата, время, абстрактные типы и др. В таблице приведены часто используемые типы данных, которые могут храниться в SQL-ориентированной базе данных и обрабатываться с помощью SQL.

Однако необходимо отметить, что современные коммерческие СУБД предоставляют возможность работать с данными самых разных типов, причем между наборами типов данных у разных СУБД имеются существенные отличия. Диапазон данных разных типов определяется реализацией в конкретной СУБД.

Выражения в SQL используются для задания критериев выбора данных или выполнения операций над данными, которые извлечены из базы данных. Выражения представляют собой определенную последовательность полей базы данных констант, функций, соединенных операторами.

Большинство SQL-ориентированных СУБД поддерживает так называемые агрегатные (итоговые) функции. К часто используемым агрегатным функциям можно отнести следующие:

- COUNT - количество значений в столбце таблицы;
- SUM - сумма значений в столбце;
- AVG - среднее арифметическое значений в столбце; • MAX - максимальное значение в столбце;
- MIN - минимальное значение в столбце.

В выражениях можно использовать следующие типы операторов:

- арифметические: + (сложение), - (вычитание), \* (умножение), / (деление);
- отношения: = (равно), > (больше), < (меньше), >= (больше или равно), <= (меньше или равно), <> (не равно);
- логические: AND (логическое «И»), OR (логическое «ИЛИ»), NOT (логическое отрицание);
- специальные:
  - IN - определяет множество, которому может принадлежать значение;
  - BETWEEN - задает границы, в которые должно попадать значение;

- LIKE - применяется для поиска по шаблону. В шаблоне используются подстановочные знаки: % (процент), заменяющий любую последовательность символов и \_ (подчеркивание), заменяющее один любой символ;

- IS NULL - используется для поиска NULL-значений.

Для указания порядка действий в выражениях можно применять круглые скобки.

Группы команд языка SQL:

#### 1. Команды определения данных

- CREATE TABLE (создает структуру таблицы);
- DROP TABLE (удаляет таблицу);
- ALTER TABLE (изменяет структуру таблицы);
- CREATE VIEW (создает представление).

#### 2. Команда извлечения данных

- SELECT (извлекает данные из базы данных).

#### 3. Команды внесения изменений в базу данных

- INSERT (добавляет новые записи в таблицу);
- DELETE (удаляет записи из таблицы);
- UPDATE (обновляет данные таблицы).

#### 4. Команды управления транзакциями

- COMMIT (сохраняет в базе данных все изменения,

произведенные в ходе выполнения текущей транзакции);

- ROLLBACK (отменяет все изменения, произведенные в ходе выполнения текущей транзакции).

#### 5. Команды управления доступом

• GRANT (предоставляет пользователю определенные права доступа);

- REVOKE (отменяет определенные права доступа).

6. Команды встроенного SQL (реализуют обращения к базе данных из прикладных программ):

- DECLARE,
- OPEN,
- FETCH,
- CLOSE.

Формирование запросов на языке SQL осуществляется в строгом соответствии с форматом команды, который определяет правила ее записи.

Команда создания структуры таблицы CREATE TABLE имеет следующий формат:

```
CREATE TABLE <имя таблицы> ( {<имя поля><тип данных>[<размер>
]
[<ограничения на поле>]
[<значение поля по умолчанию>] },...
[,<ограничения на таблицу>] )
```

• В команде указываются имя создаваемой таблицы и описываются ее поля

- задаются их имена, типы данных. Для каждого поля могут быть указаны размер поля, ограничения на поле, значение поля по умолчанию. Приведем некоторые из ограничений на поля:

- NOT NULL - поле, для которого указано это ограничение, не допускает значений NULL;
- UNIQUE - поле, для которого указано это ограничение, не допускает повторяющихся значений;
- PRIMARY KEY - поле, для которого это ограничение задано, должно выступать в роли первичного ключа.
- Значение поля по умолчанию указывается при помощи ключевого слова DEFAULT. Возможно задание ограничений на всю таблицу. Они применяются к группам, состоящим из нескольких полей, и задаются при помощи ключевого слова CHECK.

Команда удаления таблицы DROP TABLE имеет следующий формат:

```
DROP TABLE <имя таблицы>
```

Команда внесения изменений в структуру таблицы ALTER TABLE имеет следующий формат:

```
ALTER TABLE <имя таблицы>
|ADD [COLUMN] <имя столбца>
| ALTER COLUMN <имя столбца><тип данных>
|DROP [COLUMN] <имя столбца>
```

В этой команде ключевые слова означают следующее:



ADD COLUMN - добавить новый столбец в существующую таблицу;

ALTER COLUMN - изменить тип существующего столбца в таблице;

DROP COLUMN - удалить существующий столбец из таблицы. Представления (views) - это таблицы, содержимое которых извлекается из других таблиц базы данных. Представления подобны окнам, через которые просматривается информация, хранимая в базе данных. Представления можно использовать, как и любую другую таблицу: формулировать к нему запросы, выполнять обновление, вставку, удаление данных и соединение с другими таблицами и представлениями.

Команда создания представления CREATE VIEW имеет следующий формат:

```
CREATE VIEW <имя представления> AS <запрос> [WITH CHECK OPTION]
```

Команда извлечения данных

Команда извлечения данных - SELECT является основной, наиболее часто используемой командой языка SQL. Эта команда применяется при формировании всех запросов выбора. Она имеет следующий формат:

```
SELECT [ALL | DISTINCT| DISTINCTROW |  
[TOP n [PERCENT]]]  
<список полей> | *  
FROM {<имя таблицы>}> [...]  
[WHERE<условие>]  
[ORDERBY {<имя поля> [ASC | DESC]},...]  
[GROUP BY {<имя поля>} [...]  
[HAVING <условие>]]
```

Команда SELECT должна обязательно содержать ключевые слова SELECT и FROM. Остальные ключевые слова являются необязательными.

Можно выводить все значения полей (ALL) или только неповторяющиеся

(DISTINCT). Ключевое слово DISTINCT ROW позволяет не отображать полностью повторяющиеся записи. Если не указаны эти ключевые слова, то выводятся все значения полей.

TOP n возвращает n записей, а TOP n PERCENT - n процентов записей, находящихся в начале диапазона, выбранного по условию.

В списке полей перечисляются поля, которые необходимо включить в результирующую таблицу. Звездочка (\*) означает, что в результирующую таблицу включаются все поля таблицы.

Ключевое слово ORDER BY задает сортировку записей по возрастанию (ASC) или убыванию (DESC). Если не указан порядок сортировки, то осуществляется сортировка по возрастанию.

Ключевое слово GROUP BY позволяет осуществлять группировку по указанным полям. Выбор определенных результирующих групп можно осуществить помощью ключевого слова HAVING.

Команда SELECT дает возможность проведения вычислений над полями базы данных, итоговых вычислений с использованием функций агрегирования, таких как SUM, AVG, COUNT, MAX, MIN. Она позволяет также создавать вложенные и многотабличные запросы.

Команды внесения изменений в базу данных

Команда добавления новых записей в таблицу имеет следующий формат:

```
INSERT INTO <имя таблицы>
```

```
([{<имя поля>},...] VALUES({<значение>},...))
```

Команда удаления записей из таблицы DELETE имеет следующий формат:

```
DELETE FROM <имя таблицы> [WHERE <условие>]
```

В условии предложения WHERE можно использовать различные операторы, в том числе специальные.

Команда обновления данных UPDATE имеет следующий формат:

```
UPDATE <имя таблицы>
```

```
SET {<имя поля>=<выражение>},... [WHERE <условие>]
```

### **Системы обработки многопользовательских баз данных**

Обработка данных (data processing) - процесс приведения данных к виду, удобному для использования. В общем случае обработка данных включает ввод исходных данных в компьютер, преобразование их по определенным алгоритмам и вывод результирующих данных в удобном для пользователя виде. Этот процесс прошел эволюционный путь развития, predetermined прогрессом в развитии вычислительной техники:

- обработка на мэйнфреймах в пакетном режиме;
- обработка в многотерминальных системах;
- обработка на автономных персональных компьютерах;

- обработка данных с использованием компьютерных сетей;
- обработка данных с использованием глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

### **Системы совместного использования файлов.**

Наиболее важное и принципиальное различие рассматриваемых технологий заключается в способах организации доступа к информации базы данных в условиях корпоративной сети. Выделяют 3 известные технологии:

1. Централизованная обработка данных
2. Работа баз данных с использованием технологии файлового сервера
3. Обработка данных, основанная на технологии «клиент-сервер»

Рассматривая взаимодействие разных участников процесса обработки данных, можно выделить несколько компонентов:

- СУБД
- База данных
- Прикладные программы (приложения)
- Сервер
- Клиент

В зависимости от того, как именно эти компоненты взаимодействуют друг с другом, выделяют различные модели обработки данных.

Централизованная обработка была разработана после появления первых БД и СУБД. В такой архитектуре БД, СУБД и приложения пользователей устанавливаются на центральной ЭВМ. В качестве центральной ЭВМ, как правило, используются мэйнфреймы. Работа пользователей с БД осуществляется через терминалы, которые являются «неинтеллектуальными устройствами», не способными работать самостоятельно. Терминалы управляются центральной ЭВМ.

Терминал включает в свой состав монитор и клавиатуру. С центральной ЭВМ терминалы соединяются с помощью проводов, по которым они взаимодействуют с пользовательскими приложениями. В такой архитектуре вся обработка информации выполняется с помощью СУБД, размещенной на центральной ЭВМ. СУБД выполняет запросы пользователей, сформированные пользовательскими приложениями. Результаты запросов отображаются на мониторах пользователей.

Недостатками архитектуры «телеобработка» являются следующие.

- Большая нагрузка на центральную ЭВМ, которая обеспечивает работу СУБД, приложений, терминалов и других программ. Для выполнения перечисленных задач центральная ЭВМ должна иметь высокое быстродействие.

- Невысокая надежность обеспечения пользователей данными из базы. При выходе из строя центральной ЭВМ доступ пользователей к БД прекращается, и полученные данные у них не сохраняются.

Архитектура с совместным использованием файлов (file-sharing) получила название **«архитектура файл/сервер»**. В ней компьютеры объединены в сеть.

Архитектура «файл-сервер» появилась после объединения персональных компьютеров в сети на основе файлового сервера. Файловый сервер (файл-сервер) - это сервер, предназначенный для хранения и выдачи файлов любого типа. В архитектуре «файл-сервер» БД хранится на файловом сервере, а СУБД и приложения пользователей устанавливаются на рабочих станциях (компьютерах) пользователей.

В рассматриваемой архитектуре файловый сервер хранит, принимает и выдает файлы БД по запросам пользователей. Вся обработка данных осуществляется клиентскими настольными СУБД на компьютерах пользователей. Технология обработки данных реализуется следующим образом:

- пользователь с помощью клиентского приложения посылает запрос на извлечение необходимых данных или их изменение;
- получив запрос, СУБД рабочей станции обращается к файловому серверу за файлом БД;
- после получения копии файла базы данных СУБД рабочей станции выполняет запрос пользователя. При этом, на время модификации файла БД одним из пользователей, доступ к БД для других пользователей блокируется.

Архитектура «файл-сервер» имеет следующие недостатки.

1. Большой объем сетевого трафика в связи с передачей по сети полной копии БД. Это приводит к снижению производительности всей системы и возникновению сбоев при обработке данных.

2. Управление достоверностью, восстановлением, параллельностью работы пользователей усложняется, поскольку доступ к одним и тем же файлам могут запросить сразу несколько СУБД рабочих станций.

3. Рабочая станция должна обладать большим объемом памяти (оперативной и дисковой). Это обусловлено тем, что на рабочей станции должна храниться БД, копируемая с файлового сервера.

4. Трудно обеспечить информационную безопасность в связи с передачей по сети полной копии БД.

Архитектура «клиент-сервер» была разработана с целью устранения недостатков, имеющих в системах «телеобработка» и «файл-сервер». В архитектуре «клиент-сервер» используется централизованная обработка и хранение данных. Эта архитектура реализуется в виде двухзвенной или трёхзвенной модели. В двухзвенной архитектуре «клиент-сервер» база данных и СУБД устанавливаются на компьютере, называемом сервером БД. Приложения для работы с БД находятся на рабочих станциях пользователей.

Технология работы клиентов с БД реализуется следующим образом:

- На клиентском компьютере с помощью приложения формируется SQL-запрос к базе данных, который по компьютерной сети пересылается на сервер БД.
- СУБД сервера обеспечивает интерпретацию (распознавание) запроса, его выполнение, формирование результата запроса и пересылку его по компьютерной сети на клиентский компьютер.
- По компьютерной сети пересылаются только те данные, которые запрашивает клиент (рабочая станция). Полная копия БД не передается.

Рабочая станция выполняет следующие функции:

- управляет пользовательским интерфейсом;
- выполняет приложение;
- принимает и проверяет синтаксис введенного пользователем запроса;
- генерирует запрос к БД и передает его серверу;
- отображает полученные данные пользователю. СУБД сервера выполняет следующие функции:
- принимает и обрабатывает запросы к БД со стороны клиентов;
- выполняет запросы на выборку или обновление данных в базе и возвращает результаты клиенту;
- обеспечивает параллельный доступ к базе многих пользователей;

- проверяет полномочия пользователей;
- обеспечивает достоверность данных в базе;
- управляет восстановлением данных в базе.

В трёхзвенной архитектуре «клиент-сервер» формирование запросов к БД и обработка результатов запросов осуществляются с помощью сервера приложений.

Компьютер клиента используется только для отображения информации.

К серверу приложений может подключаться большое число клиентов. В трёхзвенной архитектуре база данных и СУБД находятся на сервере.

Архитектура «клиент-сервер» имеет следующие достоинства:

1. Снижается нагрузка на компьютерную сеть, так как по сети не передаётся целиком файл БД.

2. Повышается уровень достоверности данных, так как правила обеспечения достоверности определяются и проверяются только в одном месте (на сервере БД).

3. Повышается уровень информационной безопасности, так как по сети передаются только запросы и ответы на них, а не вся база.

4. Снижается стоимость аппаратного обеспечения всей системы. Достаточно мощный компьютер с большим объемом памяти нужен только серверу - для хранения и управления БД.

5. Повышается общая производительность системы. Это связано с тем, что клиенты и сервер находятся на разных компьютерах и их процессоры выполняют приложения параллельно.

### **Архитектура распределенных БД**

Распределенная база данных - это база данных, составные части которой, называемые локальными базами данных, размещаются в различных узлах компьютерной сети в соответствии с каким-либо критерием.

Программная система, обеспечивающая управление распределенной базой данных (РаБД) и прозрачность ее распределенности для пользователей, называется системой управления РаБД (СУРБД). СУРБД контролирует все узлы с локальными базами данных и устанавливает их связность таким образом, что пользователь, работающий на любом компьютере сети, имеет доступ ко всем этим базам данных как к единой базе данных. Пользователи взаимодействуют с РаБД через приложения. Приложения могут быть классифицированы на

требующие доступа к данным на других узлах и на не требующие подобного доступа.

В общем случае все РаБД можно разделить на гомогенные и гетерогенные.

В гомогенной РаБД все локальные базы данных имеют одинаковые модели данных и управляются СУБД одного типа. В гетерогенной РаБД локальные базы данных могут базироваться на разных моделях данных и управляться СУБД различных типов.

Известный американский специалист с мировым именем К. Дейт, работающий в области баз данных, определил двенадцать основных правил, которым должны следовать системы обработки РаБД:

- 1) локальная автономия;
- 2) независимость узлов;
- 3) непрерывное функционирование;
- 4) независимость от расположения; 5) независимость от фрагментации;
- 6) независимость от репликации;
- 7) обработка распределенных запросов;
- 8) управление распределенными транзакциями;
- 9) аппаратная независимость;
- 10) независимость от операционной системы;
- 11) независимость от сети; 12) независимость от типа СУБД.

Пользователям баз данных доступ к данным баз возможен посредством:

- форм;
- языка запросов;
- хранимых процедур и триггеров;
- прикладных программ, написанных на определенных языках программирования.

### **СУБД Access**

Access входит в основные наборы приложений выпусков MS Office. Есть "облачные" версии Office 365. Простой интерфейс пользователя и интерактивные средства разработки в составе Access делают разработку приложений в среде этого программного продукта доступной для начинающих пользователей. В то же время Access удовлетворяет требованиям

профессиональных разработчиков и позволяет разрабатывать сложные информационные системы.

Новые средства Access ориентированы на упрощение разработки веб-приложений, которые позволят сотрудниками компании совместно отслеживать важные бизнес-данные.

СУБД Microsoft Access является системой управления реляционной базой данных, включающей все необходимые инструментальные средства для создания локальной базы данных, общей базы данных в локальной сети или в Интернете на сайте SharePoint, сохраняемой на SQL-сервере, а также для создания приложения пользователя, работающего с этими базами данных.

База данных Access, создаваемая на локальном компьютере, хранит в файле не только все таблицы с данными, но и объекты приложения — формы, отчеты, а также программный код. Благодаря этому можно создать приложение, целиком хранящееся в одном ACCDB-файле, что существенно упрощает как создание, так и распространение приложений баз данных.

СУБД Access включает разнообразные и многочисленные относительно автономные инструментальные средства, ориентированные на создание объектов базы данных и приложений пользователя.

Разнообразные мастера в режиме ведения диалога с пользователем позволяют создавать объекты и выполнять разнообразные функции по реорганизации и преобразованию баз данных.

Средства программирования СУБД включают язык структурированных запросов SQL, язык макрокоманд и язык объектноориентированного программирования для приложений Microsoft Visual Basic for Applications (VBA). VBA является частью семейства Microsoft VisualBasic, которое входит в состав VisualStudio.

Средства графического конструирования позволяют создавать объекты базы данных и объекты приложения с помощью многочисленных графических элементов, не прибегая к программированию.

Среди многочисленных средств графического конструирования и диалоговых средств Access следует выделить средства для создания:

- таблиц и схем баз данных, отображающих их связи;
- запросов выборки, отбирающих и объединяющих данные нескольких таблиц в виртуальную таблицу, которая может использоваться во многих задачах приложения;
- запросов на изменение данных базы;



- экранных форм, предназначенных для ввода, просмотра и обработки данных в диалоговом режиме;
- отчетов, предназначенных для просмотра и вывода на печать данных из базы и результатов их обработки в удобном для пользователя виде.

VBA является базовым компонентом Microsoft Office — он интегрирован в Access, Excel, Outlook, PowerPoint и Word. Все эти приложения, в том числе и локализованные на русском языке, используют англоязычный вариант VBA (включая справочную систему). VBA входит во все варианты поставок Microsoft Office.

VBA представляет собой базовую платформу программирования не только в среде Microsoft Office, но и многих других приложений. VBA содержит средства доступа не только к базам данных Access, но и к базам данных клиент-серверной архитектуры, таким как Microsoft SQL Server, Oracle и др.

Система доступа к данным построена на основе ядра базы данных Access Database Engine. Ядро базы данных используется для создания реляционных баз данных: таблиц для хранения данных и объектов баз данных, таких как индексы; выполняет загрузку, сохранение и извлечение данных в пользовательских и системных базах данных; обеспечивает высокую производительность и улучшенные сетевые характеристики, поддержку двухбайтового представления символов — Unicode, позволяющего использовать символы нескольких национальных алфавитов.

В Access активно развиваются технологические направления, составляющие основу совместного использования корпоративных баз данных.

Обеспечивается работа к многопользовательскими базами данных SQL серверов, реализующими архитектуру "клиент — сервер". Широко известными СУБД, используемыми в этой архитектуре, являются Microsoft SQL Server, Oracle, Sybase SQL Server и др. Эти СУБД являются реляционными SQL-серверами баз данных. Доступ и изменение данных в серверной базе производится по запросам пользователей, обработка которых осуществляется на сервере. Пользователю-клиенту, сделавшему запрос, возвращается только результат выполнения запроса.

Access при работе в качестве клиента для взаимосвязи с SQL сервером использует специальное программное обеспечение — широко распространенный интерфейс ODBC. Access предоставляет несколько способов взаимодействия приложения с данными сервера на основе интерфейса ODBC:

- запросы на языке SQL к базам данных SQLServer — с помощью запросов на SQL можно выполнить выборку данных из таблиц, сохраняемых на сервере, добавление, обновление данных и структур таблиц сервера. Запросы к серверу могут содержать инструкции для создания и удаления таблиц в базе данных и даже базе данных на сервере. Запросы передаются и выполняются непосредственно на сервере. Запросы целесообразно использовать для запуска сохраняемых процедур на сервере;

- связь с таблицами баз данных SQLServer — при этом таблицы сервера отображаются в окне базы данных Access для их просмотра и изменения средствами Access. Данные таблиц остаются в формате источника, но представлены как объекты Access. Внешние данные этих объектов можно использовать при создании запросов, форм, отчетов, причем можно объединить внешние данные с данными из объектов Access;

- импорт объектов SQLServer в текущую базу данных Access — при импорте объектов создаются их копии. Исходные объекты источника при этом не изменяются;

- экспорт таблиц базы данных Access в базу данных на SQLServer — при взаимодействии Access с сервером локальные таблицы базы данных могут быть экспортированы в общую базу данных сервера.

Таким образом, можно, создав таблицу в Access, поместить ее в базу данных сервера.

### **Объекты базы данных**

**Таблицы.** Это основные объекты любой базы данных. Во-первых, в таблицах хранятся все данные, имеющиеся в базе, а во-вторых, таблицы хранят и структуру базы (поля, их типы и свойства). Они состоят из строк и столбцов. Строки называют записями, в каждой из них содержится информация, касающаяся одного элемента. В столбцах содержатся параметры таблицы. Столбцы носят название полей БД. Разработка базы данных начинается с создания таблиц. Для нее указываются атрибуты – свойства, определяющие поведение. Для базового объекта в Access – «Таблицы» – в режиме конструктора в правой части экрана определяются свойства таблицы. Здесь устанавливаются основные и подчиненные поля, ориентация и режим по умолчанию, определяется описание и т. д.

**Запросы.** Эти объекты служат для извлечения данных из таблиц и предоставления их пользователю в удобном виде. Запрос позволяет выбрать

нужные данные из одной или нескольких таблиц. С помощью запросов можно модифицировать существующие таблицы, а также создавать новые таблицы.

**Форма** используется для ввода данных в таблицу и для просмотра в заданном формате данных из таблицы или запроса. С ее помощью можно также запустить на выполнение макрос или процедуру.

**Отчет** предназначен для создания документа на основе данных из таблицы или запроса. Этот документ можно распечатать или включить в документ другого приложения, например, Word или Excel.

**Макрос** представляет собой описание стандартных действий, которые нужно выполнить в ответ на определенное событие. Например, можно определить макрос, который в ответ на выбор некоторого элемента в одной форме открывает другую форму.

**Модуль** — это программа, написанная на языке Visual Basic for Applications (VBA). Использование модулей позволяет автоматизировать выполнение сложных действий, которые нельзя описать с помощью макросов.

**Для практического ознакомления с возможностями Access, предусмотрено выполнение лабораторных работ.**

## Раздел V. Обеспечивающие подсистемы АСУ

На рисунке 5.1. изображены основные компоненты информационной системы.

### Компоненты информационной системы



Рисунок 5.1. Основные компоненты информационной системы

На рисунке 5.2. показано, что АСУ состоит из функциональной и обеспечивающей частей.



Рисунок 5.2.

Рисунок 5.3. показывает основные обеспечивающие компоненты.

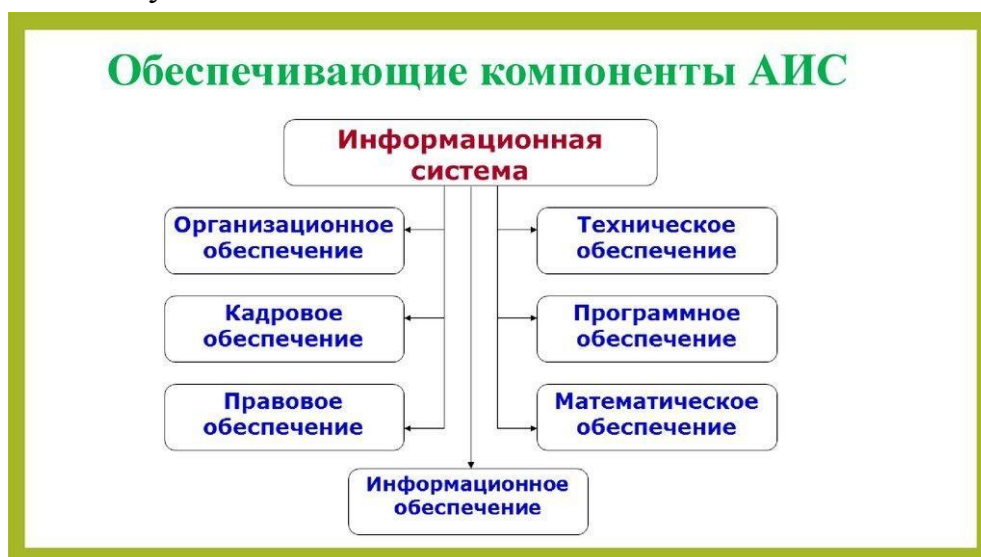


Рисунок 5.3.

### Информационное обеспечение ИС

На рисунке 5.4. изображена структура информационного обеспечения.

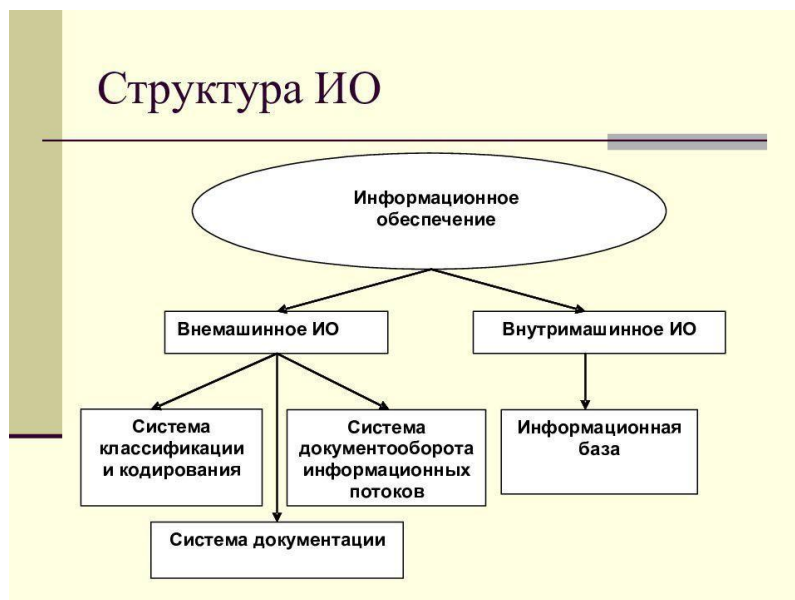


Рисунок 5.4.

Информационное обеспечение ИС предприятия представляет собой совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих на предприятии, и информационных массивов.

В единую систему классификации и кодирования информации входят различные виды классификаторов.

Классификатор - это систематизированный свод наименований однородных объектов, предметов, явлений по классификационным признакам (номенклатурам) и их кодовых обозначений.

Различают классификаторы республиканские, действующие только на территории Республики Беларусь, и международные.

Классификаторы, применяемые в Единой системе классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК ТЭСИ)

Республики Беларусь, в зависимости от уровня утверждения и сферы применения делятся на следующие категории:

- международных (региональных) классификаторы;
- межгосударственные классификаторы;
- общегосударственные классификаторы Республики Беларусь;
- классификаторы органов управления;
- классификаторы предприятий.

Кодирование представляет собой образование и присвоение объекту классификации, признаку классификации или классификационной группировке кода.

Признак классификации - свойство или характеристика объекта классификации, которое позволяет установить его сходство или различие с другими объектами классификации.

Классификационная группировка - это множество или подмножество, объединяющее часть объектов классификации по одному или нескольким признакам.

Код - это условное обозначение объекта цифровыми или алфавитно-цифровыми знаками по определенным правилам, установленным системами кодирования.

С помощью кодирования выполняются основные функции, связанные с обработкой экономической информации: минимизация объема информации при вводе ее в ИС; сортировка и поиск информации по ключевым словам; разработка сводных экономических отчетов и др.

К кодам предъявляется ряд требований: они должны охватывать все номенклатуры, подлежащие кодированию; быть едиными для разных задач внутри одного экономического объекта (например, коды материалов, подразделений должны быть едиными для задач ПТО и бухгалтерского учета); отличаться стабильностью; иметь резерв свободных номеров; длина кодового обозначения должна быть минимальной.

Для эффективного использования технико-экономической информации в управлении деятельностью объекта автоматизации необходима унифицированная система документации.

Унифицированная система документации (УСД) — это система документации, созданная по единым правилам и требованиям, содержащая информацию, необходимую для управления в определенной сфере деятельности. УСД устанавливает общие требования к разработке всех документов и их содержанию, включает формы документов, государственные стандарты и методические материалы, регламентирующие порядок оформления, согласования и утверждения документов.

В состав унифицированной системы организационно-распорядительной документации, действующей на территории Республики Беларусь, входят:

• Государственный стандарт Республики Беларусь 6.38-2004 «Унифицированные системы документации Республики Беларусь. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов»;

• Методические указания по практическому применению Государственного стандарта Республики Беларусь 6.38-2004 «Унифицированные системы документации Республики Беларусь. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов»;

• Классификатор унифицированных форм организационно-распорядительных документов и пояснительная записка по его применению;

• Альбом унифицированных форм ОРД;

• Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 007-2012 «Классификатор продукции по видам экономической деятельности» (ОКП РБ).

Требования к УСД сводятся к следующему, система должна:

- содержать полную информацию, необходимую для оптимального управления объектом, для которого она разрабатывается;

- быть ориентирована на использование средств вычислительной техники для сбора, обработки и передачи информации;

- обеспечивать информационную совместимость ИС различных уровней; все документы, входящие в состав УСД, должны:

- быть закодированы с использованием международных, общесистемных или локальных классификаторов;

- разрабатываться с учетом их использования в ИС.

Места возникновения первичной информации, использования результативной информации, маршруты движения информации и ее объемы в объекте автоматизации отражают схемы информационных потоков.

Схема информационных потоков — это способ наглядного представления маршрутов, потоков управленческой информации между подразделениями какого-либо предприятия.

Информационный массив — это группа однородных документов, содержащая совокупность показателей.

Показатель — это логическое высказывание, содержащее качественную и количественную характеристики объекта управления (показатели качества

выпускаемой продукции, производительности труда, эффективности деятельности предприятия (прибыль, оборачиваемость капитала, конкурентоспособность), имущественного состояния предприятия, его финансовой устойчивости и платежеспособности, взаимоотношений с внешними предприятиями и др.).

Показатели определяют содержание управленческих документов и информационных массивов.

Информационные массивы могут объединяться в информационные потоки, используемые при решении различных комплексов задач управления. К информационному обеспечению предъявляются следующие требования:

- обеспечение быстрого доступа к информации в системе;
- осуществление анализа и обработки информации с учетом характера связей между объектами (на основе классификации объектов);
- однозначное и экономичное представление информации в системе (на основе кодирования объектов);
- эффективное использование информации в управлении деятельностью объекта автоматизации (на основе унифицированной системы документации);
- упорядочение информационных потоков — выявление направлений движения информации в виде схем информационных потоков от момента возникновения информации и до ее использования на различных уровнях управления;
- организация документооборота.

### **Программное обеспечение**

На рисунке 5.5. изображена структура программного обеспечения.





Рисунок 5.5.

**Программное обеспечение информационной системы (ПО ИС)** — это совокупность программ и технической документации к ним для реализации целей и задач ИС и обеспечения устойчивой работы комплекса технических средств.

Из структуры корпоративной информационной системы вытекает, что программное обеспечение должно поддерживать:

- эффективное использование компьютерной техники и оптимальные условия работы для пользователей;
- реализацию функциональных задач ИС;
- автоматизацию проектирования ИС и разработку программных продуктов.

В соответствии с назначением программного обеспечения КИС в его состав входят три группы программ:

- **системное ПО** - относится к обеспечивающим подсистемам ИС и включает:
  - операционные системы для одноранговых сетей (Windows 7, 8, 10, MacOS) и сетей с выделенным сервером (Microsoft Windows Server 2012, Server 2016, Linux, Debian, CentOS, FreeBSD и др.);
  - сервисное ПО (файловые менеджеры, антивирусное ПО, архиваторы, программы администрирования сети и др.);

• **прикладное ПО** - предназначено для решения задач функциональных подсистем ИС и включает:

- пакеты прикладных программ (ППП) общего назначения (текстовые редакторы, табличные процессоры, системы динамических презентаций, системы управления базами данных, графические редакторы и др.);

- методо-ориентированные ППП (например, системы математической и статистической обработки данных);

- проблемно-ориентированные ППП для решения определенных задач в конкретной предметной области (системы для бухгалтерского учета, маркетинговые ИС, информационно-правовые системы и др.);

- интегрированные ППП, нацеленные на комплексное решение задач нескольких проблемных областей (корпоративные информационные системы);

• **инструментальное ПО** - служит для разработки программного обеспечения обеспечивающих и функциональных подсистем ИС. Оно включает:

- инструментальные среды для разработки приложений (например, C++, Delphi, Visual Basic, Java);

- системы автоматизированного моделирования и проектирования ИС (CASE-системы, например AllFusion Process Modeler, ARIS, iThink и др.).

Если на предприятии отсутствует ИТ-отдел, то разработка ПО передается на аутсорсинг сторонним предприятиям и инструментальное ПО в корпоративной информационной системе не требуется.

Из всех перечисленных видов ПО функциональность ИС обеспечивают прикладные программы.

Проблемно-ориентированные ППП предназначены для решения функциональных задач ИС и повышения эффективности управленческих решений в конкретной предметной области. Проблемно-ориентированные ППП используются как самостоятельно, так и в составе интегрированного прикладного ПО для управления предприятием.

### **Критерии выбора ПО**

Критерии выбора ПО для ИТ-инфраструктуры предприятия можно разделить на две основные группы:

1. Критерии, характеризующие разработчика ПО:

- надежность и стабильность: количество лет и рейтинг на рынке информационных технологий; масштаб реализованных ИТ-проектов в Беларуси и зарубежом;

- экспертные знания в предметной области: количество успешных/неудачных проектов внедрения ПО; наличие опыта интеграции предлагаемого ПО с различными ИС; сертифицированная поддержка для конкретного приложения;

- сервисное обслуживание;

- наличие универсальных «коробочных» ИТ-решений;

- сроки внедрения ПО и обучения сотрудников;

- стоимость индивидуального и корпоративного обучения по использованию ПО и др.

## 2. Критерии, характеризующие ПО:

- функциональные возможности — наличие ключевых функций для решения функциональных задач ИС, удовлетворяющих потребности пользователя (учет данных; управление взаимоотношениями с клиентами; электронная почта, электронный портал, электронный документооборот, электронный архив; поддержка принятия решений; формирование аналитической отчетности; сценарное и имитационное моделирование, применение современных ИТ и др.);

- интеграция с другими приложениями — возможность работы ИС на различных аппаратно-технических и программных платформах (под управлением различных ОС на СУБД промышленного масштаба ORACLE, MS SQL, DB2, Sybase и др.), осуществлять экспорт-импорт данных между ИТ-приложениями; обеспечение информационного взаимодействия на основе клиент-серверных технологий и др.;

- технологичность - наличие модульной архитектуры, основанной на унифицированных компонентах ИС; наличие современных методов анализа и OLAP-технологий; требования к интерфейсу, системе помощи, нормативно-справочной информации и др.;

- поддержка информационной безопасности - управление учетными записями и правами пользователей на выполнение функций ИС; протоколирование действий пользователей, разграничение доступа к данным и функциям пользовательского интерфейса и др.;

- сертификация на соответствие ПО международным, национальным и корпоративным стандартам - подтверждение соблюдения требований соответствующих стандартов;

- стоимость ПО - включает три составляющие:

- 1) стоимость приобретения - зависит от количества рабочих мест, на которые ПО будет установлено (зависимость может отличаться у разных разработчиков как количественно, так и качественно);

- 2) стоимость внедрения - оплата услуг внедряющего предприятия; прокладка локальной сети, если новое ПО этого требует; возможно, обновление парка компьютеров, если они не укладываются в технические требования нового ПО; обучение персонала;

- 3) стоимость владения - совокупная стоимость технической поддержки приобретаемого ПО, обновления ПО, расходов, связанных с работой ПО (поддержка в рабочем состоянии локальной сети, содержание сервера, расходы на картриджи для принтеров и бумагу для печати и т.д.).

Одним из критериев выбора и разработки ПО для ИТинфраструктуры является применение перспективных информационных технологий для автоматизации функциональных задач ИС, развитие которых обусловлено современными тенденциями.

## Математическое обеспечение АСУ

На рисунке 5.6. изображена структура программного обеспечения



Рисунок 5.6.

## Модели и методы, применяемые в АСУС

**Модель** – это формальное отображение наиболее существенных характеристик объекта.

**Классификация моделей:** Процессы и объекты управления физические;

аналоговые – воспроизводят основные функции моделируемого объекта; абстрактные модели: - графические;

- математические; - семантические; - дескриптивные.

Основные требования к модели - адекватность (т.е. повторяемость основных функций).

По временным параметрам: - динамические модели; - статические модели.

С точки зрения воздействия случайных факторов:

- детерминированные – в которых определена однозначная связь между явлениями;

- вероятностная (стохастическая).

По сложности:

- простые;

- сложные.

По методам применяемости:

- статистические;

- оптимизационные (оптимум-экстремум любой функции);

- имитационные (основные для автоматизации).

Таблица 5.1. Общая схема классификации моделей производства

Аспекты классификации	Первичные классификационные признаки	Вторичные классификационные признаки
I. Сущность моделируемых процессов	1.1. Социальноэкономические	
	1.2. Организационно-технологические	1.2.1. Трудовые ресурсы 1.2.2. Материально-техническое снабжение Машины, механизмы, транспорт
	1.3. Техничэкономические	Инвестиции, финансы Техничэконом. планирование, Бухучет
II. Временные характеристики моделирования процессов	2.1. Долгосрочные процессы (перспективные)	Долговременной перспективы 5 и более 5 лет
	2.2. Среднесрочные процессы (текущие)	Год
	2.3. Краткосрочные процессы (оперативные)	Периоды меньше года

III. Пространственные характеристики	3.1. Межотраслевые		
	3.2. Отраслевые	Характерные для отрасли	
	3.3. Региональные	Характерные для всех отраслей региона	
	3.4. Единичные (локальные)	Характерные для определенных типов отраслей	
IV. Уровень управления	4.1. Верхний	Совет министров, министерство	
	4.2. Средний	Главк, концерн, объединение, трест	
	4.3. Нижний	Стр. управление, первичная подрядная организация, участок, бригада, звено	
V. Назначение модели в процессе управления объектом	5.1 проектирование		
	5.2. создание		
	5.3. эксплуатация		
VI. Структура модели и характер зависимостей ее компонентов	6.1. Количество факторов, отраженных в модели	6.1.1. Однофакторные 6.1.2. Двухфакторные 6.1.3. Многофакторные	
	6.3. Фактор изменения модели во времени	6.3.1. Статистический 6.3.2. Динамический	
VII. Используемая информация	7.1. Источники информации	6.4. Тип модели	6.4.1. Оптимизационная 6.4.2. Имитационная
		7.2. Степень неопределенности информации	7.1.1. Учетная 7.1.2. Отчетно-статистическая 7.1.3. нормативная 7.1.4. Справочная 7.1.5. Прогнозная 7.1.6. Плановая 7.1.7. Директивная 7.1.8. Научно-техническая 7.1.9. Проектная
			7.3. Степень постоянства используемой информации
VIII. Методы моделирования и реализации объектов	8.1. Методы математического программирования	7.3.1. Смешанная 7.3.2. Постоянная 7.3.3. Условно постоянная (неизменная течение сравнительно короткого периода) 7.3.4. Переменная	8.1.1. Линейное программирование 8.1.2. Нелинейное программирование 8.1.3. Динамическое программирование 8.1.4. Стохастическое программирование 8.1.5. Целочисленное программирование

8.2.Методы математической статистики и теории вероятностей	8.2.1. Корреляционный анализ 8.2.2. Регрессионный анализ 8.2.3. Дисперсионный анализ 8.2.4. Ковариационный анализ 8.2.5. Факторный анализ 8.2.6. Метод главного компонента 8.2.7. Статистический анализ временных рядов 8.2.8. Метод Марковских цепей
8.4.Методы исследования операций (кроме математического программирования)	8.4.1. Методы управления запасами 8.4.2. Теория очередей 8.4.3. Теория игр 8.4.4. Метод Монте-Карло 8.4.5. Сетевые графики

### **Математические методы в организации и управлении строительством**

#### **Элементарная арифметика и алгебра (уравнения, функции и графики)**

применяются для расчетов, связанных с определением долей, процентов материальных ресурсов, составлением пропорций, определением затрат, объемов строительно-монтажных работ, подсчетом трудоемкости, расчетом эффективности, прибыли, налогов и рентабельности и т.д.

**Арифметические и геометрические прогрессии** позволяют вести расчеты с последовательностями организационно-технологических и технико-экономических показателей. Комбинаторика дает возможность определять результаты, возникающие при различных сочетаниях количественных показателей организационных решений.

**Геометрия** предназначена для вычислений, связанных с пространственными отношениями и формами строительных конструкций, зданий и сооружений.

**Логика** позволяет оценить варианты организации строительства с точки зрения истинности и ложности используемой информации, найти рациональное решение в сложных, обусловленных многочисленными производственными факторами, ситуациях.

**Линейное программирование** предназначено для выработки оптимального решения задачи, когда ее условия и имеющиеся ограничения описываются уравнениями или неравенствами первой степени (линейного вида).

**Нелинейное программирование** служит для выработки

оптимального решения организационной задачи в том случае, когда ее условия и ограничения описываются уравнениями или неравенствами 2й и более степени.

**Динамическое программирование** дает возможность выбора оптимального плана многоэтапных действий, в которых результат каждого последующего этапа зависит от предыдущего.

**Теория вероятностей** обосновывает экономические расчеты, связанные с явлениями случайного характера.

**Математическая статистика** обеспечивает сбор, обработку и анализ статистических материалов.

**Теория массового обслуживания** (теория очередей) дает расчеты производственных показателей и выработку необходимых рекомендаций массовых, повторяющихся процессов обслуживания.

**Метод статистических испытаний** (Монте-Карло) служит для производства расчетов, связанных с явлениями случайного характера, на основе искусственно произведенных статистических материалов.

**Теория игр** служит для выработки организационных решений в условиях неопределенности, неясности ситуации, вызванной преднамеренными действиями конкурирующей или конфликтующей стороны.

**Теория статистических решений** применяется для выработки организационных и управленческих решений в условиях неопределенности, вызванной объективными обстоятельствами, которые либо неизвестны, либо носят случайный характер

**Сетевое планирование** применяется для составления и реализации рациональных планов ведения экономических операций, предусматривающих решение задачи в кратчайший срок и с наилучшими результатами.

Для решения конкретных организационно-технологических, экономических или управленческих задач рекомендуется соблюдать следующую последовательность действий:

1. Уяснить задачу – ее организационно-технологический и экономический смысл. На этой основе устанавливаем цель решения.
2. Оценить производственную ситуацию – определяем, от чего зависит достижение установленной цели.
3. Выбрать численный показатель, от которого достижение цели зависит в первую очередь.



4. Построить математическую модель процесса, устанавливающую количественные зависимости избранного показателя от условий задачи. Для этого, пользуясь табл. 1, подбираем соответствующий математический метод или тип модели.

5. С помощью модели и соответствующего математического метода решить задачу. 6. Проверить правильность решения.

**Таблица 5.2. Выбор математического метода для решения организационно-управленческой задачи**

Содержательный смысл задачи	Математический метод
Расчеты, связанные с определением долей, пропорций, процентов, а также с прямым счетом технико-экономических показателей. Расчеты последовательности взаимосвязанных количественных показателей в различных сочетаниях. Вычисление неизвестных в уравнениях, построение графиков и анализ функций	Арифметика (прямой счет, дроби, арифметические и геометрические прогрессии, комбинаторика), алгебра (решение уравнений, анализ функций и построение графиков)
Определение объемно-пространственных характеристик строительных объектов, конструкций и материалов.	Геометрия
Оценка ситуации и поиск решений с учетом логических условий и качественных оценок.	Логика
Выбор оптимального варианта решения задачи для случая, когда условия описываются уравнениями (неравенствами) первой степени.	Линейное программирование
Выбор оптимального варианта решения задачи для случая, когда условия описываются уравнениями (неравенствами) второй и более степени.	Нелинейное программирование
Пошаговый поиск оптимального решения многоэтапного процесса, когда результаты каждого последующего этапа зависят от предыдущего.	Динамическое программирование
Расчеты, связанные с явлениями и величинами случайного характера.	Теория вероятностей.
Сбор, обработка и анализ статистических материалов	Математическая статистика
Определение оптимальных соотношений показателей в циклических, многократно повторяющихся процессах	Теория массового обслуживания (Теория очередей)
Расчеты, связанные с явлениями и величинами случайного характера на основе искусственно произведенных статистических материалов.	Метод статистических испытаний Монте-Карло
Выработка организационных решений в условиях неопределенности ситуации, вызванной преднамеренными действиями конкурентов и конфликтующих сторон.	Теория игр
Выработка решений в условиях неопределенности ситуации, вызванной объективными обстоятельствами.	Теория статистических решений

Составление и реализация рациональных календарных планов взаимосвязанных организационно-технологических процессов с целью сокращения сроков их реализации и достижения наилучших экономических результатов.	Сетевое планирование
---	----------------------

### **Методы исследования операций**

**Исследование операций** – научное направление, возникшее (1948-1952 гг.) из потребностей наилучшей организации боевых действий, а также прогнозирования их исхода при принятии командованием различных решений.

Началось все в 1935 г. в Великобритании при создании ПВО против Германии, включавшей методы обнаружения самолетов, слежения и оповещения, а также наведения истребителей и сопровождения цели.

Методы анализа и повышения эффективности тактических операций объединили в методы исследования операций. Математические методы этой науки используются при решении сложных конструкторских, проектных, экономических, организационных и управленческих задач.

**В основе математического аппарата методов исследования операций лежат:**

- линейное, целочисленное, нелинейное геометрическое, динамическое программирование;
- теория принятия решений;
- теория массового обслуживания;
- теория игр;
- теория полезности;
- теория случайных процессов;
- теория графов и потоков в сетях;
- имитационное моделирование;
- вопросы оптимального управления.

**Основные оптимизационные задачи в строительстве:**

- оптимальное управление запасами строительных материалов;

- оптимальное календарное планирование СМР (сроки, стоимость; объем, равномерность и непрерывность использования ресурсов типа мощности);
- максимизация прибыли при формировании портфеля заказов;
- оптимизация перевозок (транспортная задача линейного программирования) - необходимо разработать такой план распределения машин по объектам, при котором суммарные транспортные расходы окажутся наименьшими;
  - максимизация объема перевозок;
  - минимизация себестоимости;
  - максимум прибыли, объемов СМР;
  - минимизация сроков строительства и т.д.

Ограничения:

- мощность
- объем спроса
- нормативные расходы.

Одна из разновидностей оптимизационных моделей - модель управления запасами – используется для определения времени размещения заказов на ресурсы и их количества, а также для определения массы готовой продукции на складах.

## **Численные методы программирования**

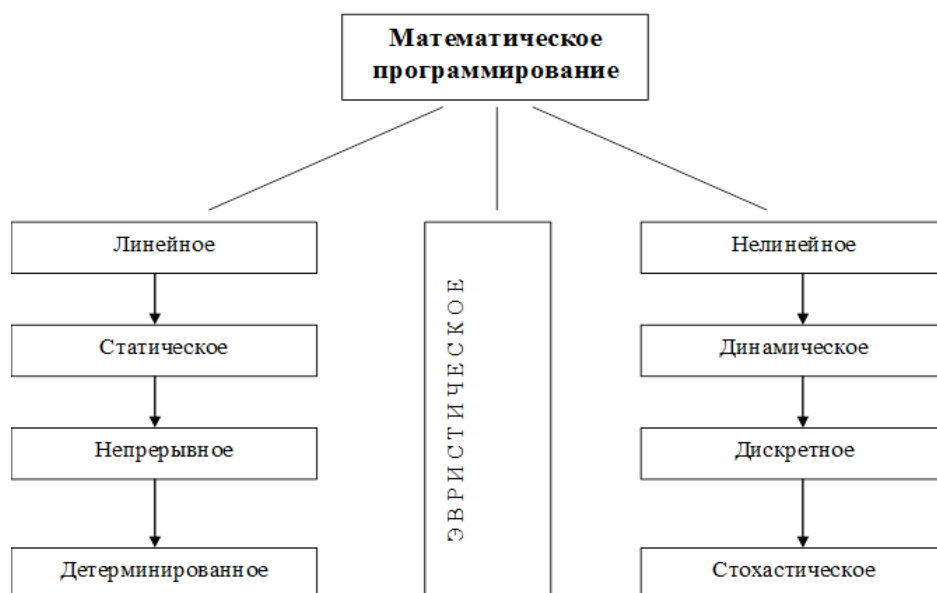


Рисунок 5.7.

### **Линейное программирование**

В 1938г. к двадцатипятилетнему профессору Ленинградского университета Леониду Витальевичу Канторовичу обратились представители фанерного треста с просьбой рассчитать наивыгоднейшее распределение работы восьми лущильных станков при условии, что известна производительность каждого станка по каждому из пяти видов материалов. В результате появился метод линейного программирования, за разработку которого академик Л.В. Канторович совместно с американским профессором К.Купмансом в 1975 г. получил Нобелевскую премию по экономике. Суть методов оптимизации заключается в том, что, исходя из наличия определенных ресурсов, выбирается такой способ их распределения, при котором достигается максимум или минимум интересующего нас показателя.

**Линейное программирование** – математический метод отыскания максимума или минимума линейной функции при наличии ограничений в виде линейных неравенств или уравнений. (Линейное здесь означает, что на графике функции изображаются в виде прямых линий, обозначающих 1-е степени соответствующих величин. Максимизируемая (минимизируемая) функция представляет собой принятый критерий эффективности решения задачи, соответствующий поставленной цели. Она носит название целевой функции.

Ограничения характеризуют имеющиеся возможности решения задачи. Суть решения задач линейного программирования заключается в нахождении условий, при которых целевая функция достигает максимального или минимального значения.

Формулировка оптимизационной задачи:

$$F = f(x_i) \rightarrow \max (\min)$$

При линейных ограничениях  $\sum_i (x_{ij}) R_i \leq \sum_i x_{ij}$  – переменные, характеризующие экономический процесс, с изменением которых меняется значение критерия  $F$  (например – объем работы во временных интервалах  $t_{ij}$ ),

$R_i$  – заданные константы (ресурсы), в пределах которых должна находиться система,

$R_i$  – соотношения ( $=, \leq, \geq$ ), в которых находятся константы  $R_i$  и выражение  $\sum_i (x_{ij})$

Основная функция – линейная  $y = ax + b$

### Пример

Задача: Выбор оптимального соотношения типов зданий. Геометрическая интерпретация.

Известно: Строительной организации поручено застроить микрорайоны (массив) жилыми домами в кирпиче с керамической облицовкой или из крупных блоков. Имеющиеся ресурсы и потребность в них:

Таблица 5.3.

Ресурсы	Ед. изм.	Потребность в ресурсах на 1 кв.		Количество имеющихся ресурсов
		кирп.	блоч.	
Арматура	Т	0,6	1,1	900
Пиломатериалы	м <sup>2</sup>	0,8	0,2	520
Цемент	Т	4	9	7000
Керамика	Тыс .шт.	0,72	-	400
Трудозатраты	чел./лет.	0,225	0,16	200

Определить: Максимальное количество квартир, которое можно построить из имеющихся ресурсов.

Решение:

Обозначим  $x$  – количество квартир в кирпичном доме  $y$  – количество квартир в крупноблочном доме

Составим неравенства, отражающие ограничения, зафиксированные в табл.:

$$0,6x + 1,1y \leq 900$$

$$0,8x + 0,2y \leq 520$$

$$4x + 9y \leq 7000$$

$$0,72x \leq 400$$

$$0,225x + 0,16y \leq 200$$

Так как  $x$  и  $y$  неотрицательны, то рассматриваем только I четверть.

Целевая функция  $c = x + y \rightarrow \max$

Заменяя знаки неравенств на равенства, строим прямые, отсекающие полуплоскость возможных решений.

По арматуре:  $0,6x + 1,1y = 900$

$x = 0 \quad 1,1y = 900 \quad y_{x0} = 900/1,1 = 818,18$

$y = 0 \quad 0,6x = 900 \quad x_{y0} = 900/0,6 = 1500$

По пиломатериалам  $0,8x + 0,2y = 520 \quad x = 0 \quad 0,2y = 520 \quad y = 520/0,2 = 2600$   
 $y = 0 \quad 0,8x = 520 \quad x = 520/0,8 = 650$

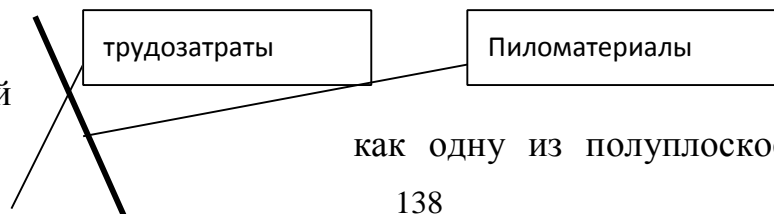
Соответственно:

По цементу  $y = 777,77 \quad x = 1750$ ;

По керамической плитке  $x = 555,55$  (линия параллельная оси  $Y$ );

По трудозатратам  $y = 1250 \quad x = 888,88$

Если рассматривать  $x$  и  $y$  как координаты точки на плоскости, то множество решений каждого из ограничений можно изобразить как одну из полуплоскостей, отсекаемых



прямой, уравнение которой получается при замене знака неравенства знаком равенства. Поскольку должны также выполняться неравенства  $x \geq 0$ ;  $y \geq 0$ , то следует рассматривать лишь те части полуплоскостей, отсеченных ограничениями, которые находятся в первой четверти.

Неравенству  $4x + 9y \leq 7000$  соответствует на рис. 5.8. часть плоскости (область), заключенная между осями координат и прямой, проходящей через точки А и Б.

Каждая точка этой области определяет количество квартир, которое можно построить без перерасхода цемента. Так, точка U указывает, что имеющегося цемента достаточно для сооружения в кирпичных домах  $x = 1000$  квартир и в крупноблочных  $y = 333$  квартиры. При этом расход цемента составит  $1000 \cdot 4 + 333 \cdot 9 = 6997$  т.

Аналогично построены области для ограничений по всем видам ресурсов, указанных в табл.2.

Общая часть всех этих областей (рис.23) образует замкнутый выпуклый многоугольник ABDEFKO. Ясно, что этот многоугольник представляет собой ту область M, в каждой точке которой одновременно удовлетворяются все пять приведенных в начале решения неравенств.

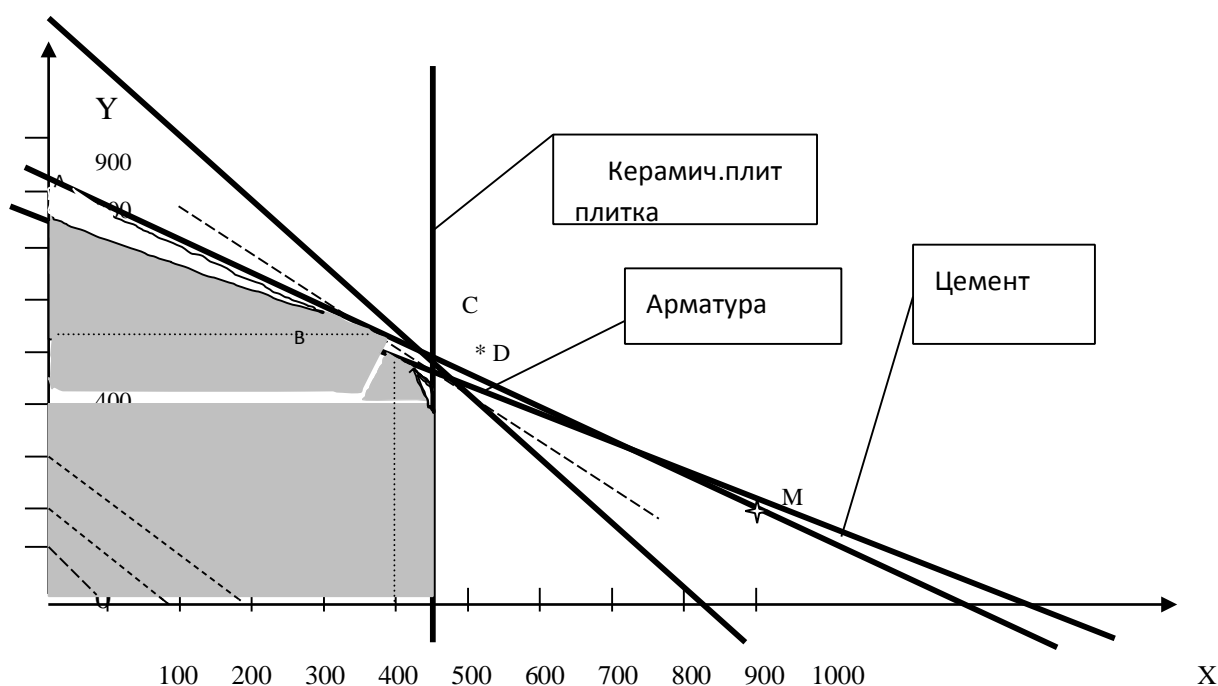


Рисунок 5.8. Решение общей задачи линейного программирования графическим методом.

Чтобы определить оптимальное решение, надо рассмотреть ряд параллельных прямых, соответствующих уравнению  $x + y = c$  (штрих линии), при  $c \geq 0$ . Ясно, что чем больше  $c$ , тем дальше удалена от начала координат прямая, соответствующая  $c$ .

Поэтому оптимально решение, отражающее прохождение прямой через вершину D многоугольника, т.к. при этом параллельная прямая занимает наиболее отдаленное положение от начала координат и при этом еще пересекает область допустимых значений. Точка D фиксирует максимальное количество квартир из имеющихся ресурсов.

Оптимальное решение позволяет построить:

502– квартиры с кирпичными стенами

545 – квартир с крупноблочными стенами

Таблица 5.4. Степень использования имеющихся ресурсов

Ресурсы	Единица измерения	Количество ресурсов		
		наличных	используемых	неиспользуемых
Арматура	т	900	900	-
Пиломатериалы	м3	520	511,6	9,4
Цемент	т	7000	6913	87
Керамические	тыс.шт.	400	361,5	38,5
Плитки				
Трудозатраты	чел.-лет	200	200	-

При наличии двух независимых переменных возможно геометрическое решение задачи линейного программирования. При трех переменных наглядное представление задачи существенно усложняется, так как в этом случае имеет место некоторый выпуклый многогранник в трехмерном пространстве, соответствующий объему допустимых решений.

При количестве переменных более трех задача теряет свою наглядность, так как трудно представить себе, например, четырехмерное пространство. Однако идея поиска оптимума посредством перебора вершин многогранника сохраняет смысл и для многомерного пространства.



На основе этой идеи разработан симплекс-метод решения задач линейного программирования. Симплекс метод является алгебраической формой решения задачи линейного программирования и включает следующие шаги.

Найти допустимый план, соответствующий одной из вершин области допустимых планов. Проверить, оптимален ли найденный план. Если он оптимален, то вычисления окончены. Если не, то анализируется следующий план. Переход к другой вершине (другому допустимому плану), в которой значение целевой функции больше (при минимизации – меньше), проверка его на оптимальность и т.д. Поэтому первым шагом должно быть получение координат одной из вершин многоугольника (многогранника) допустимых планов. Для этого необходимо преобразовать систему уравнений таким образом, чтобы с ее помощью можно было легко получать координаты вершин многоугольника (многогранника) области допустимых планов.

Симплекс метод предусматривает не сплошной, а направленный перебор планов, при котором каждый последующий план оказывается лучше предыдущего. Вычислительная процедура при этом сводится к решению системы уравнений методом последовательного исключения неизвестных. Для такого решения применяется аппарат матричной алгебры, который позволяет наиболее экономно производить требуемые вычисления.

Методы решения задач линейного программирования:

- симплекс метод;
- распределительный метод;
- метод разрешающих множителей;
- статический метод решения материальных балансов.

### **Транспортная задача**

Практически все задачи линейного программирования можно решить, используя ту или иную модификацию симплексного метода. Однако существуют более эффективные вычислительные процедуры решения некоторых типов задач линейного программирования, основанные на специфике ограничений этих задач. Рассмотрим так называемую транспортную задачу, которую можно сформулировать следующим образом.

В  $m$  пунктах отправления  $A_1, A_2, \dots, A_m$ , которые в дальнейшем будем называть поставщиками, сосредоточено определенное количество единиц некоторого однородного продукта, которое обозначим  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ).

Данный продукт потребляется в  $n$  пунктах  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , которые будем называть потребителями; объем потребления обозначим  $b_j (j=1, 2, \dots, n)$ . Известны расходы на перевозку единицы продукта из пункта  $A_i$  в пункт  $B_j$ , которые равны  $C_{ij}$  и приведены в матрице транспортных расходов  $C = (c_{ij})$ .

Требуется составить такой план прикрепления потребителей к поставщикам, т.е. план перевозок, при котором весь продукт вывозится из пунктов  $A_j$  в пункты в соответствии с потребностью и общая величина транспортных издержек будет минимальной.

Обозначим количество продукта, перевозимого из пункта  $A_i$  в пункт  $B_j$  через  $x_{ij}$ . Совокупность всех переменных  $X_j$  для краткости обозначим  $X$ , тогда целевая функция задачи будет иметь вид

$$Z = \sum \sum X_{ij} C_{ij}, \text{ при условиях:}$$

$$\sum X_{ij} = A_i, \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

$$\sum X_{ij} = B_j, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$Z \rightarrow \min$$

где:

$Z$  - затраты на перевозку грузов;

$X$  - объем груза;

$C$  - стоимость (тариф) его перевозки;

$A$  - поставщик;  $B$  - потребитель;  $m$  - число поставщиков;  $n$  - число потребителей.

Наиболее применяемым методом является метод потенциалов, при котором каждой  $i$ -й строке ( $i$ -му поставщику) устанавливается потенциал  $u_i$ , который можно интерпретировать как цену продукта в пункте поставщика, а каждому столбцу  $j$  ( $j$ -му потребителю) устанавливается потенциал  $v_j$ , который можно принять условно за цену продукта в пункте потребителя. В простейшем случае цена продукта в пункте потребителя равна его цене в пункте поставщика плюс транспортные расходы на его доставку, т.е.

$$v_j = u_i + C_{ij} \quad ij$$

$$\Delta C_{ij} = C_{ij} - (u_i + v_j)$$

Алгоритм метода потенциалов для закрытой транспортной задачи детально описан. Первым этапом этого алгоритма является составление начального распределения (начального плана перевозок); для реализации этого начального этапа имеется в свою очередь ряд методов: северо-западного угла, наименьших стоимостей, аппроксимаций Фогеля и др. Вторым этапом служат построение системы потенциалов на основе равенства и проверка начального плана на оптимальность; в случае его неоптимальности переходят к третьему этапу, содержание которого заключается в реализации так называемых циклов перераспределения (корректировка плана прикрепления потребителей к поставщикам), после чего переходят опять ко второму этапу. Совокупность процедур третьего и второго этапов образует одну итерацию; эти итерации повторяются, пока план перевозок не окажется оптимальным по критерию.

### **Решение транспортной задачи с помощью MS Excel**

Достаточно просто решить ТЗ можно с помощью MS Excel.

Пример. Имеются следующие исходные данные. Наличие товара на складах:

Таблица 5.5.

Склады	Наличие товара, т.
Склад №1	200
Склад №2	190
Склад №3	220
Склад №4	145
Склад №5	280

Потребность в товаре на различных пунктах:

Таблица 5.6.

Пункты	Потребность в товаре, т.
1 пункт	200
2 пункт	150
3 пункт	220

4 пункт	330
---------	-----

Расстояния между складами и пунктами доставки:

Таблица 5.7.

	Пункт 1	Пункт 2	Пункт 3	Пункт 4
Склад №1	6	4	5	11
Склад №2	12	6	4	9
Склад №3	15	7	10	4
Склад №4	9	5	12	5
Склад №5	3	7	12	11

Для решения необходимо составить исходную таблицу (рис. 5.9.).

	А	В	С	Д	Е	Ф
1	<b>Оптимизация транспортных потоков</b>					
2		<i>Потребители -&gt;</i>	1 пункт	2 пункт	3 пункт	4 пункт
3	<b>Поставщики</b>					
4	Склад №1	4	1	1	1	1
5	Склад №2	4	1	1	1	1
6	Склад №3	4	1	1	1	1
7	Склад №4	4	1	1	1	1
8	Склад №5	4	1	1	1	1
9		<i>Факт -&gt;</i>	5	5	5	5
10		<i>Запросы -&gt;</i>	200	150	220	330
11	Склад №1	200	6	4	5	11
12	Склад №2	190	12	6	4	9
13	Склад №3	220	15	7	10	4
14	Склад №4	145	9	5	12	5
15	Склад №5	280	3	7	12	11
16	<b>Всего</b>	157	45	29	43	40
17						
18	<b>Грузооборот</b>		157	т.-км.		

Рисунок 5.9.

Затем воспользоваться сервисом «Поиск решения».

Введем ограничения (рис 5.10.).

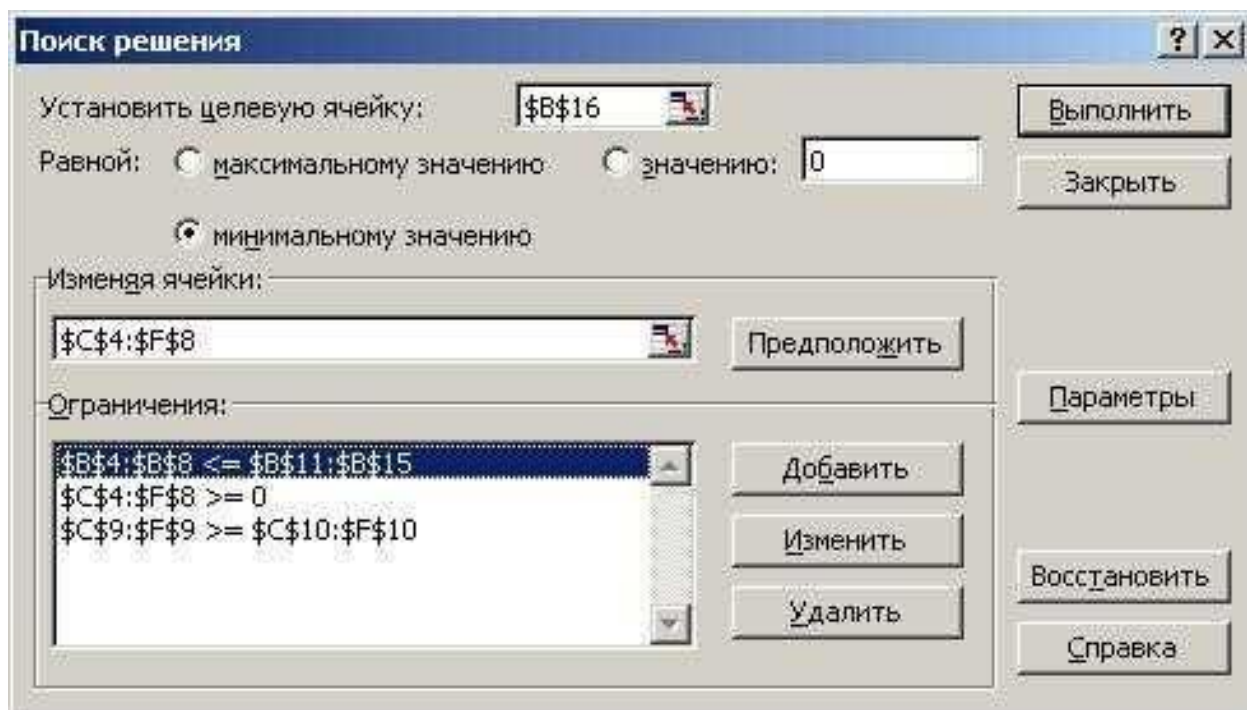


Рисунок 5.10.

Выполним расчет (рис. 5.11.).

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Оптимизация транспортных потоков</b>					
2		<i>Потребители -&gt;</i>	1 пункт	2 пункт	3 пункт	4 пункт
3	<b>Поставщики</b>					
4	Склад №1	180	0	150	30	0
5	Склад №2	190	0	0	190	0
6	Склад №3	220	0	0	0	220
7	Склад №4	110	0	0	0	110
8	Склад №5	200	200	0	0	0
9		<i>Факт -&gt;</i>	200	150	220	330
10		<i>Запросы -&gt;</i>	200	150	220	330
11	Склад №1	200	6	4	5	11
12	Склад №2	190	12	6	4	9
13	Склад №3	220	15	7	10	4
14	Склад №4	145	9	5	12	5
15	Склад №5	280	3	7	12	11
16	<b>Всего</b>	3540	600	600	910	1430
17						
18	<b>Грузооборот</b>		3540			

Рисунок 5.11.

### Нелинейное программирование

Нелинейное программирование – математический метод отыскания экстремума функции при наличии ограничений в виде неравенств или уравнений. Целевая функция или хотя бы одно из ограничений нелинейно, т.е.

на графике отображаются кривыми линиями. Основные методы решения задачи нелинейного программирования:

- сведение задачи к частному случаю задачи линейного программирования;
- метод последовательных приближений;
- метод приращений.

### **Динамическое программирование**

Динамическое программирование служит для выбора наилучшего плана выполнения многоэтапных действий. Динамическое программирование моделирует процессы изменяющиеся во времени. На каждом шаге осуществляется распределение и перераспределение ресурсов с целью улучшения результата в целом. Эти распределения в динамическом программировании называются управлениями операцией. Оптимальное управление многошаговым процессом состоит из совокупности оптимальных шаговых управлений. Задача динамического управления - определить оптимальное управление на каждом шаге, и тем самым оптимальное управление всей операцией.

Динамическое программирование – метод решения задач (процессов), принадлежащих к марковским процессам. Смысл марковского процесса заключается в том, что на поведение системы в будущем влияет только состояние ее в настоящий момент без учета полной предыстории.

Динамическое программирование – нахождение последовательности многошаговых процессов принятия решений с максимизацией целевой функции. Математический аппарат динамического программирования разработан Р. Беллманом.

Суть вычислительного метода:

Пусть: задан  $N$  – шаговый процесс, состояние которого на  $n$ -м шаге определяется  $S$  – мерным вектором фазовых переменных:

$$X^n = (x_1^n \dots x_s^n) \quad (n = 1 \dots N)$$

Управление процессом осуществляется с помощью вектора на каждом шаге  $g$  - мерного вектора управления  $Y^n$ .

В зависимости от состояния на  $n$ -м шаге и выбранного на этом шаге управления определяются возможные состояния на  $(n + 1)$  –м шаге процесса.

Символически это можно выразить соотношением:

$$X^{n+1} = F^n (X^n, Y^n)$$

Необходимо найти такую последовательность стратегий (управлений)  $y^1 \dots y^n$ , при которой максимизировалась бы целевая функция:

$$C(x^1, \dots, x^N, y^1, \dots, y^{N-1})$$

Для описанного класса многошаговых процессов справедливо следующее: если выбрано не наилучшее решение в данный момент, то последствия этого нельзя исправить в будущем.

Процессы такого типа называются процессами без обратной связи. Применение метода динамического программирования связано с использованием принципа оптимальности Беллмана или:

1. Каким бы ни были первоначальное состояние и решение в начальный момент, последующие решения должны составлять оптимальное поведение относительно состояния, получающегося в результате первого решения.

2. Для всякого процесса без обратной связи оптимальное управление таково, что оно не является оптимальным для любого подпроцесса по отношению к его исходному состоянию.

Типичные задачи динамического программирования в строительстве:

- Календарное планирование линейно–протяженных объектов строительства;
- определение стратегий развития производственной базы;
- планирование пополнения парка машин и механизмов;
- последовательность включения объектов в строительный поток.

Метод применим и в задачах, в которых время вообще не фигурирует.

**Недостаток** – значительные вычислительные трудности в задачах большего объема.

**Пример:** задача коммивояжера (бродячего торговца)

Дано: ПМК строит  $n$  объектов ( $A_1 \dots A_n$ ), расположенных в различных пунктах области. Заданы расстояния между пунктами: Таблица 5.8.

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	30	25	20	40
$A_1$	30	0	50	35	60
$A_2$	25	50	0	25	20
$A_3$	20	35	25	0	25
$A_4$	40	60	30	25	0

**Выбрать:** такую очередность включения объектов в строительный поток, чтобы длина суммарного пути перебазирования оказалась минимальной, учитывая, что движение начинается из пункта А0, представляющего собой базу строительной колонны, и в него же возвращается колонна после завершения строительства всех предусмотренных планом объектов.

**Решение:** В соответствии с принципом оптимальности Беллмана сначала рассматривают варианты из трех участков перебазирования (А0, А1, А2, А3), сгруппировав их так, чтобы третьим во всех вариантах был один и тот же пункт (последний) и определим суммарные расстояния.

Далее отсеем худшие варианты, т.к. дальше они заведомо приведут к неоптимальному решению. Одновременно отсеиваем и все маршруты дальнейшего перебазирования из отброшенного варианта.

Затем из каждой пары вариантов (отличающихся последовательностью):

А0 А2 А3 А1

А0 А3 А2 А1 выбираем наилучшую и к ним добавляем четвертый пункт.

Затем опять выбираем лучшие варианты и добавляем пятый участок (конечный А0).

**1 цикл:**

Таблица 5.9.

Варианты	Суммарное расстояние, км
А0 А2 А3 А1 А0 А3 А2 А1	<b>85</b> <b>95</b>
А0 А2 А4 А1 А0 А4 А2 А1	<b>105</b> <b>110</b>
А0 А3 А4 А1 А0 А4 А3А1	<b>105</b> <b>100</b>
А0 А1А3 А2 А0 А3 А1 А2	<b>90</b> <b>105</b>
А0 А1 А4 А2 А0 А4 А1А2	<b>110</b> <b>150</b>
А0 А3 А4 А2 А0 А4 А3 А2	<b>65</b> <b>90</b>
А0 А1 А2 А3 А0 А2 А1 А3	<b>105</b> <b>110</b>



A0 A1 A4 A3 A0 A4 A1A3	<b>115</b> 135
A0 A2 A4 A3 A0 A4 A2 A3	<b>70</b> 85
A0 A1 A2 A4 A0 A2 A1 A4	<b>100</b> 135
A0 A2 A3 A4 A0 A3 A2 A4	<b>75</b> <b>65</b>
A0 A1 A3 A4 A0 A3 A1 A4	<b>90</b> 115

**2 цикл:**

A0 A2 A3 A1 85 + A1-A4 (60) 145 A0 A1 A2 A3 105 +A3-A4 (25) 130 A0 A1 A3 A2 90 + A2-A4(20) 110

Таблица 5.10.

Варианты	Суммарное расстояние км.
A0 A2 A3 A1 A4 A0 A1 A3 A2 A4 A0 A1 A2 A3 A4	145 <b>110</b> 130
A0 A2 A4 A1 A3 A0 A1 A4 A2 A3 A0A1A2 A4A3	140 135 <b>125</b>
A0 A1A3 A4 A2 A0 A1 A4 A3 A2 A0 A4 A3 A1 A2	<b>110</b> 140 150
A0 A3 A2 A4A1 A0 A2 A4 A3 A1 A0 A3 A4 A2 A1	125 <b>105</b> 115

**3 цикл:**

Таблица 5.11.

Варианты	Суммарное расстояние км.
A0 A1 A3A2 A4 A0	150
A0 A2 A4 A3 A1 A0	<b>135</b>
A0A1 A2 A4 A3 A0	145
A0 A1 A3 A4 A2 A0	<b>135</b>

Из полученного набора выбирают оптимальный(е): 150,135,145,135. В нашем примере это два равных по расстоянию маршрута **A0 A2 A4 A3 A1A0** и **A0 A1 A3 A4 A2 A0**.

### **Теория вероятностей и математическая статистика**

В задачах организации и управления производством приходится сталкиваться с двумя типами явлений. Первый тип – явления неслучайные или детерминированные, второй - случайные.

Детерминированными называют такие явления, которые при повторении в одинаковых условиях приводят к одному и тому же результату. Явления, которые при повторении в одинаковых условиях приводят к различным результатам, называются случайными. Степень возможности появления того или иного случайного события называется вероятностью. Для того, чтобы охарактеризовать случайную величину применяют распределение, показывающее: какие значения может принимать случайная величина, сколь вероятно то или иное из этих значений.

В качестве одной из основных характеристик распределения используют так называемую плотность распределения – функцию, подобранную таким образом, что площадь под соответствующей ей кривой в заданных пределах есть вероятность интересующего нас события.

Во многих практических задачах нет необходимости иметь распределение случайной величины, а достаточно воспользоваться следующими их числовыми характеристиками:

- математическое ожидание;
- дисперсия;
- среднее квадратичное отклонение.

**Математическим ожиданием** случайной величины называется среднеожидаемое ее значение.

**Дисперсия** оценивает степень рассеивания случайной величины относительно ее среднеожидаемого значения.

**Среднеквадратичное отклонение** равно корню квадратному из дисперсии.

В практических задачах чаще всего приходится сталкиваться с тремя основными законами распределения случайной величины:

- законом равномерной плотности (прямоугольное распределение);
- законом Пуассона (закон редких событий);
- нормальным законом (закон Гаусса) – наиболее распространенный закон распределения.

Методы математической статистики применяются для решения следующих задач:

- **Корреляционный анализ** - для определения тесноты связи между двумя и более стохастически независимыми явлениями и процессами;
- **Регрессионный анализ** - устанавливает зависимость случайной величины от неслучайного аргумента.
- **Дисперсионный анализ** используется для определения зависимости результатов наблюдений от одного или нескольких факторов с целью установления важнейших; Методы экстраполяции - для прогнозирования.

### **Стохастическое программирование (вероятностное)**

Стохастическое программирование – это метод решения оптимизационных задач в условиях неопределенности, случайности.

Самый простой способ (но некорректный) – сведение стохастической задачи к детерминированной с допущением, что коэффициенты неопределенности  $K = 1$ .

Другой более корректный метод – это программирование по нижним или верхним пределам случайной величины.

Некоторые задачи нельзя свести к детерминированным, их необходимо решать специальными методами (например методом статистических испытаний Монте – Карло).

Стохастическое программирование нашло применение в вероятностных сетевых моделях календарного планирования.

В простейшем случае это сетевая модель с детерминированной структурой и случайными временными оценками работ  $t_{ij}$ . Чаще всего

продолжительность работы сетевой модели задается Бета– распределением с двумя оценками: оптимистической и пессимистической.

В отдельных случаях могут быть и другие законы распределения, основанные на анализе статистических данных по фактической продолжительности работ.

В качестве случайной величины рассматривают вероятностный коэффициент продолжительности выполнения работ:

$$k_{ij} = t_{\phi ij} / t_{н ij}$$

где  $t_{\phi ij}$  – фактическое время выполнения работы  $t_{н ij}$  – нормативное время выполнения работы.

При таком нормативно – вероятностном методе построения сетевой модели на детерминированной топологии нет необходимости задавать оптимистическую и пессимистическую оценки продолжительности выполнения работ.

Достаточно задать число исполнителей  $N$  для каждого вида работ.

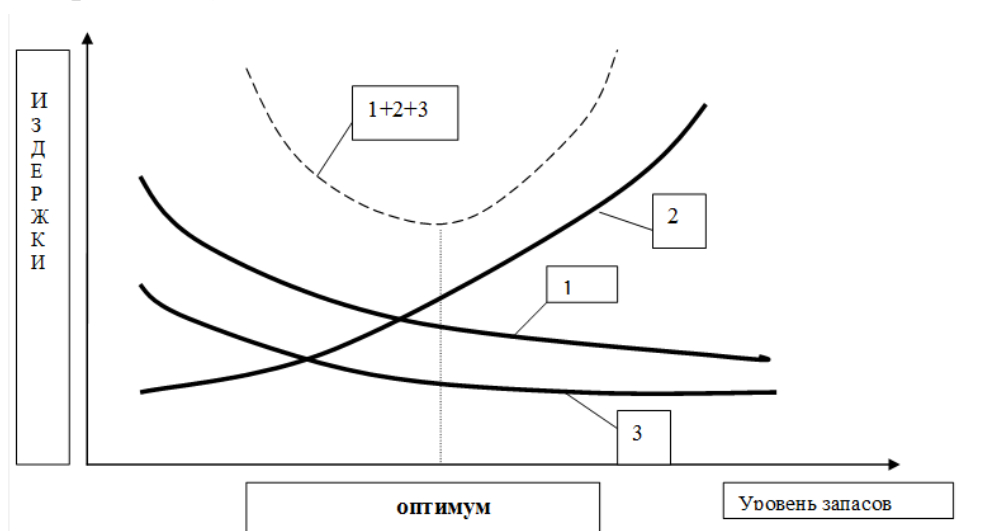
Алгоритм нахождения критического пути с применением метода статистических испытаний:

1. Строится сетевой график (топология).
2. Задается число испытаний  $n_{ij}$  по каждой работе.
3. Определяется норма времени на выполнение единицы работы.
4. В соответствии с законом распределения моделируется случайный коэффициент продолжительности (или выполнения норм) работ.
5. Вычисляется время выполнения работ  $t_{ij}$ .
6. После многократного проигрывания всей сетевой модели производится статистическая обработка результатов моделирования.
7. По верхней границе доверительного интервала определяется критический путь.

### **Модели управления запасами**

Одна из разновидностей оптимизационных моделей - модель управления запасами – используется для определения времени размещения заказов на ресурсы и их количества, а также для определения массы готовой продукции на складах. Служит для определения оптимальных заказов на

ресурсы по их количеству и срокам, а также для определения запасов продукции на складах. Эти модели нацелены на сведение к минимуму отрицательных последствий неправильных запасов – суммы издержек трех видов (рис. 5.12).



- 1- потери от недостаточного уровня запасов ( простои, оплата неработающим, срывы заказов, потеря клиентов и др.;
- 2 – затраты на хранение (складские, страховые издержки, потери от порчи, воровства, связывание оборотных средств и т.д.)
- 3- затраты на размещение: заказ в больших количествах позволяет получить оптовые скидки и снизить объем «бумажной» работы.

Рисунок 5.12.

### Теория массового обслуживания (теория очередей)

Теория массового обслуживания (ТМО) и метод статистических испытаний Монте-Карло применяются в тех экономических задачах, в которых решение определяется случайными факторами и обстоятельствами для определения оптимального числа каналов обслуживания по отношению к потребности в них.

Теория массового обслуживания дает возможность учесть эти случайности в процессах, связанных с потоками требований (заказов) на обслуживание.

Метод Монте-Карло позволяет искусственно моделировать случайные процессы в тех случаях, когда установление аналитических (построенных с помощью формул) моделей невозможно или затруднительно.

В строительстве к процессам массового обслуживания можно отнести совместную работу экскаваторов и самосвалов, перевозящих грунт; выполнение специализированными организациями в течение ограниченного времени комплексов работ на множестве объектов и т. д.

Обслуживаемые объекты называют каналами или аппаратами обслуживания. Требования (заказы) на обслуживание называют заявками. Если при поступлении очередной заявки все имеющиеся каналы (аппараты) оказываются занятыми, происходит сбой в обслуживании и начинает образовываться очередь. Поэтому теорию массового обслуживания называют также теорией очередей. Если же, наоборот, число заявок недостаточно или их поступление происходит чрезмерно медленно, то каналы обслуживания простаивают.

**Задача Морза и Кэмпбелла** (история появления ТМО). Сотрудники, изучавшие боевые операции во время войны заметили, что солдаты теряют много времени в очередях для мытья и полоскания котелков после еды. Всего стояло четыре лохани: две для мытья и две – для полоскания. При этом мытье занимало втрое больше времени, чем полоскание. Эксперт предложил перераспределить лохани: в трех мыть и в одной полоскать. В результате очередь исчезла.

Теория массового обслуживания ставит своей задачей организовать обслуживание так, чтобы длина очереди была минимальной, а время прохождения заявки – оптимальным. При этом должно обеспечиваться минимальное время простоя помещений, оборудования и персонала системы обслуживания и ее максимальная возможная загрузка. Для решения названных задач необходимо уметь рассчитывать следующие показатели системы обслуживания:

- вероятность того, что в любой момент времени все каналы окажутся свободными;
- среднеожидаемое число свободных каналов;
- вероятность того, что в любой момент времени все каналы окажутся занятыми;
- среднеожидаемое число занятых каналов;
- коэффициент простоя каналов;
- доля загрузки каналов (за время обслуживания);
- вероятность того, что определенное количество каналов окажутся заняты.

### **Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло)**

В реальных производственных ситуациях, зависящих от случайных факторов, часто оказывается невозможным установить необходимые аналитические зависимости между показателями. В этих случаях приходится прибегать к искусственному воссозданию случайных процессов, подобных тем, которые имеют место в реальности и могут быть благодаря такому моделированию исследованы. Данный метод получил название метода статистических испытаний (а также метода Монте-Карло – по названию места нахождения знаменитого казино).

В производственных ситуациях генератор задает случайные числа в соответствии с заранее введенным в ЭВМ статистическим законом распределения наиболее адекватно описывающим реальный производственный процесс.

### **Метод статистического моделирования (метод Монте-Карло) в решении задач массового обслуживания**

ЭВМ с помощью генератора случайных чисел производит статистическое испытание функций системы. При этом в процессе каждой реализации автоматически фиксируются (в соответствии с заданным законом распределения) моменты возникновения требований и продолжительность их удовлетворения. Формируется предусмотренная дисциплиной ожидания и обслуживания очередь и т.д.

По ходу расчета накапливаются сведения для определения параметров системы (длина очереди, время ожидания, обслуживания и занятости либо простоя приборов и др.), и на их основе устанавливаются значения этих параметров.

Одна из наиболее популярных задач, решаемых методом статистических испытаний – определение оптимального количества самосвалов, работающих в комплексе с экскаватором.

Заявки на погрузку самосвалов поступают в случайные моменты, а длительности погрузки  $t_1$  и остальной части цикла самосвала (разгрузка и передвижение)  $t_2$  являются случайными величинами, значит, в некоторые промежутки времени могут иметь место простои автомашин, в другие – экскаватора.

В зависимости от количества самосвалов эти простои, а следовательно и себестоимость  $1 \text{ м}^3$  грунта, принимается в качестве критерия оптимальности,

Оптимальное количество самосвалов, соответствующее минимальной себестоимости, определяем с помощью метода статистического моделирования.

Входная информация

- Полученные опытным путем законы распределения случайных величин  $t_1$  и  $t_2$  (в случае нормальных законов распределения достаточно задать средние значения этих величин  $t_1$  и  $t_2$  и их дисперсии).
- Минимальное и максимальное количество самосвалов  $Z_{\min}$  и  $Z_{\max}$ .
- Количество требований на обслуживание  $m = V / QK_{и.г.}$

где  $V$  – общий объем земляных работ;

$Q$  – грузоподъемность самосвала;

$K_{и.г.}$  – коэффициент использования грузоподъемности самосвала.

Данная система является замкнутой.

Интенсивность потока входящих требований от самосвалов переменная. Она равна нулю, когда все самосвалы находятся в очереди и на погрузке и достигает максимума, когда возле экскаватора нет ни одного самосвала.

Для образования входящего потока требований формируются моменты появления требований от каждого самосвала в отдельности.

С этой целью используются программы для ЭВМ, позволяющие получать так называемые псевдослучайные числа с разными, ранее заданными законами распределения (по закону Пуассона), нормальному закону и др.

С помощью этих программ могут быть получены значения  $t_1$  и  $t_2$  для каждой реализации, используемые для установления моментов прибытия самосвалов на погрузку.

Далее сопоставляются моменты возникновения  $i$ -го требования  $t_i^{BX}$  и окончания обслуживания экскаватором  $(i - 1)$ -го требования  $t_{i-1}^0$  при  $t_i^{BX} \geq t_{i-1}^0$  экскаватор свободен и осуществляется переход к следующему шагу, где определяется его простой в ожидании самосвала.

В противном случае устанавливается длительность  $i$ -го простоя в ожидании высвобождения экскаватора.

Затем определяются моменты начала и окончания обслуживания  $i$ -го требования и устанавливается суммарная длительности ожидания самосвалов и экскаваторов.



Исходя из полученных результатов и в соответствии с установленным законом распределения, определяется длительность цикла (рейса) обслуженного самосвала.

В завершении расчетов сопоставляются количество обслуженных требований  $K$  с количеством всех требований на обслуживание  $m$  и определяют значение критерия оптимальности (себестоимость выемки и перевозки грунта) для различных количеств самосвалов (уменьшая и увеличивая их число по сравнению с расчетным).

Оптимальным вариантом считается количество самосвалов, при котором себестоимость работ минимальна.

### **Теория игр и статистических решений**

Теория игр и теория статистических решений предназначены для обоснования решений в условиях неопределенности. Теория игр – применяется для моделирования оценки воздействия принятого решения на конкурентов.

Игровые методы позволяют выработать наилучшую стратегию, с помощью которой можно обеспечить себе максимально возможный средний выигрыш. Если неопределенность обстановки вызвана преднамеренным противодействием сторон, то применяется аппарат теории игр.

В тех случаях, когда неопределенность обстановки вызвана объективными обстоятельствами, которые либо неизвестны, либо носят случайный характер, применяется аппарат теории статистических решений.

Если в противодействии участвуют две стороны, игра называется парной, если более двух – множественной. Система условий, регламентирующая возможные варианты действий сторон, информация каждой из сторон о поведении других, а также результат, к которому приводит данная совокупность действий, составляют правила игры.

Результатом игры является выигрыш или проигрыш одной из сторон, обычно выражаемый в количественной форме. Например, математическое ожидание дохода или прибыли. Оптимальной стратегией является такая, которая при многократном повторении игры обеспечивает данной стороне максимально возможный средний выигрыш. Игры, в которых одна сторона проигрывает столько, сколько выигрывает другая, называются играми с нулевой суммой.

В общем виде постановка задачи теории игр производится в следующем образом:

- имеется некоторая операция (целенаправленное действие) в которой участвуют две стороны А и В с противоположными интересами;
- имеются правила игры, регламентирующие результаты, к которым приводят возможные варианты действий сторон;
- результаты действий сторон (выигрыши) выражены в количественной форме и обозначены  $a_{ij}$  (математическое ожидание выигрыша стороны А, сделавшей свой  $i$ -й ход при  $j$ -м ходе стороны В).

Условие игры обычно записывается в форме платежной матрицы или матрицы игры.

В данной игре сторона А (мы) имеем  $m$  стратегий, а сторона В (противник) –  $n$  стратегий (игра  $m \times n$ ).

Необходимо найти наилучшие (оптимальные) стратегии сторон, а также ожидаемый средний выигрыш (результат).

При решении игры применяются следующие понятия:

- Максимин, или нижняя цена игры
- Минимакс, или верхняя цена игры

В тех случаях, когда  $\square = \square$ , игра имеет седловую точку – элемент матрицы, являющийся одновременно минимальным в своей строке и максимальным в столбце.

Общее значение нижней и верхней цены игры  $\square = \square = \square$  называется чистой ценой игры. Седловой точке соответствует пара стратегий сторон, которые являются оптимальными.

В строительстве теория игр наиболее часто применяется для:

- определения договорной цены на торгах;
- планирования развития производственной базы строительства с учетом неопределенной информации о предстоящих объемах работ;
- оптимального планирования по нескольким критериям;
- обеспечения роста качества строительства,
- установления оптимальных размеров запасов материалов,

- а также в виде деловых игр при обучении и повышении квалификации персонала организаций-участников инвестиционного процесса.

### **Имитационное моделирование**

Имитационные модели отвечают на вопрос: что будет – если изменить тот или иной параметр. Применяются для эксперимента и анализа изменений реальной ситуации.

Имитационный эксперимент как метод исследования операций проводится в следующей последовательности:

1. постановка задач (выделение основных проблем);
2. сбор эмпирической информации и анализ исходных данных;
3. формирование модели, допущений и критериев оценки качества, параметров;
4. проведение вычислений на модели с целью изучения изменения результатов в зависимости от изменения условий эксперимента;
5. проверка достоверности результатов.

**Имитация** – численный расчет на математической модели для оценки значений выходных параметров (в общем случае – вероятностных).

Взаимодействие между отдельными элементами изменяет переменные состояния, значения которых определяют состояние системы.

В последние годы предпринимались неоднократные попытки построить комплексную модель строительного производства с широким набором параметров и учетом всевозможных их связей с планируемыми показателями деятельности строительной организации. Однако, на практике, это было недопустимо, поскольку модель становилась излишне громоздкой или наоборот чрезмерно упрощенной.

В этой связи все большее развитие получают имитационные организационно – технологические модели (ИОТМ). Эти модели позволяют воспроизвести на ЭВМ процесс строительства, отслеживая во времени не только изменения его параметров, но и связанные с управлением строительства действия.

В ИОТМ компьютер вычисляет, по запросу выдает промежуточные состояния, каждое из которых соответствует определенному моменту и состоянию строительства в целом. Множество таких состояний представляет собой траекторию хода строительства.

Управление в ИОТМ отражено прежде всего различными способами распределения ресурсов по объектам и работам. Например, можно распределять ресурсы в зависимости от намечаемого срока сдачи объектов, полностью удовлетворяя их потребность пока весь ресурс не будет исчерпан. При этом порядок насыщения объектов ресурсами устанавливается в соответствии с их приоритетами. Комбинируя в разных вариантах распределение ресурсов по объектам, ИОТМ моделирует и позволяет оценить различные результаты производства.

Яркий пример имитационной организационно-технологической модели (ИОТМ) - календарный план, отражающий различные варианты распределения ресурсов по объектам и работам.

Основные правила такой модели:

- чем выше концентрация рабочих, тем быстрее строится объект, но и выше затраты;
- чем выше производительность труда, тем быстрее строительство; - чем дольше строится объект, тем выше затраты и т.д.

Выбор правил зависит от модельной ситуации хода строительства, а, отчасти, от пользователя программы, который в диалоговом режиме задает параметры оперативного управления и исходные данные. **Основные этапы моделирования ИОТМ**

- модель – объект; - модель – задача; - модель – решение.

**Модель – объект** задает в виде математических понятий и алгоритмов основные структурные компоненты объекта моделирования и способы его функционирования.

**Модель – задача** – результат формализации задачи, поставленной в модели – объекте. Разделяют 3 основные типа: -задача – прогноз;

- задача – анализ; -задача – выбор.

**Модель – решение** – результат представления в математической форме процедуры решения задачи, требований, предъявляемых к решению и процедуры нахождения решений.

В ИОТМ модель – решение – это представление в виде алгоритма процедуры генерации и отбора траектории функционирования моделируемого объекта.

В пространство состояний должны входить характеристики, изменение которых во времени существенно для моделирования. Это характеристики заданий и ресурсов.

Характеристики заданий могут быть:

решения объемные; временные; технологические; технико–экономические.

Характеристики ресурсов: наличие; объем поступления.

Моделирование управления в ИОТМ охватывает следующие области:

- задания намечаемые к выполнению;
- распределение ресурсов по заданиям;
- выбор технологии;
- управление ограничениями и целями функционирования.

Успешными примерами внедрения ИОТМ можно назвать систему INSIGHT (In Simulation Using Grafics Techniques) – разработанная в Стэнфордском университете и систему CYCLONE, созданную специалистами из университета г. Кливленда и применяется для циклических процессов.

### **Методы экстраполяции**

По оценкам ученых, насчитывается свыше 150 различных методов прогнозирования. В качестве основных, на практике используется лишь 15—20. Математическая статистика лежит в основе методов экстраполяции, применяемых в прогнозировании. Сущность экстраполяции заключается в изучении сложившихся в прошлом и настоящем устойчивых тенденций развития объекта прогноза и переносе их на будущее. Основу экстраполяционных методов составляет изучение динамических рядов. Динамический ряд – это множество наблюдений, полученных последовательно во времени.

Тенденция, описанная некоторой функцией от времени, называется трендом.

Среди методов экстраполяции широкое распространение получили:

- Метод скользящей средней;
- Метод экспоненциального сглаживания с регулируемым

трендом;

- Метод подбора функций.

Метод скользящей средней – заключается в последовательном скользящем вычислении средних величин из определенного числа членов динамического ряда. Например, если скользящая средняя вычисляется по четырем членам, то, соответственно, первое значение тренда принимается средним за первые четыре года: 1, 2, 3, 4; - второе – за 2, 3, 4, 5; - третье – за 3, 4, 5, 6.

В результате частные показатели каждого года, на которые влияет общая тенденция и случайные отклонения, заменяются средними величинами за принятый интервал лет. Линия тренда полученная с помощью этого метода достаточно точно аппроксимирует динамику временного ряда, хотя она и может отражать кратковременные отклонения. Для получения более гладкой линии, свободной от кратковременных колебаний, сглаживания можно повторить несколько раз.

Для прогнозирования объемов СМР часто используют метод экспоненциального сглаживания с регулируемым трендом (метод Брауна). Он основан на использовании скользящей средней с весами, распределенными по экспоненциальному закону.

Метод экспоненциального сглаживания с регулируемым трендом - позволяет построить такое описание процесса (динамического ряда), при котором более поздним наблюдениям придаются большие “веса” по сравнению с ранними наблюдениями, причем веса наблюдений убывают по экспоненте. В результате создается возможность получить оценку параметров тренда, характеризующих не средний уровень процесса, а тенденцию, сложившуюся к моменту последнего наблюдения.

Скорость старения данных - характеризует параметр сглаживания ( $\alpha$ ). Он изменяется в пределах  $0 < \alpha < 1$ .

В зависимости от величины параметра прогнозные оценки поразному учитывают влияние исходного ряда наблюдений: чем больше ( $\alpha$ ), тем больше вклад последних наблюдений в формирование тренда, а влияние начальных условий быстро убывает. При малом ( $\alpha$ ) прогнозные оценки учитывают все наблюдения, при этом уменьшение влияния более “старой” информации происходит медленно, т.е. чем меньше ( $\alpha$ ), тем данные более стабильны, и наоборот.

В области экономического прогнозирования наиболее применимы пределы  $0,05 < \alpha < 0,3$ . Значение ( $\alpha$ ) в общем случае должно зависеть от срока прогнозирования: чем меньше срок, тем большим должно быть значение

параметра. Этот метод реализуется на ЭВМ с помощью специально разработанных программ.

Более эффективными являются методы аналитические, основанные на использовании различных функций – линейных, параболических, показательных и т.д. При этом определение линии тренда такими методами тождественно определению линии регрессии при регрессионном анализе с помощью способа наименьших квадратов.

Первая проблема, с которой приходится сталкиваться при аналитических методах – правильный выбор аппроксимирующей функции. Ее решают путем перебора наиболее простых кривых и отбора наиболее подходящей кривой. Можно также воспользоваться комбинированными уравнениями, которые состоят из простых функций или же содержат высшие степени независимой переменной.

Вторая проблема заключается в выборе оптимальной длины предистории, обеспечивающей наиболее точный прогноз. Результат прогноза входит случайная компонента, зависящая от случайных факторов и определяющая точность прогноза. Поэтому минимум среднеквадратичной ошибки отклонения случайной компоненты является критерием оптимальности длины предистории.

**Метод подбора функций** – заключается в выборе оптимального вида функции, описывающей эмпирический ряд. Для этого проводятся по данным  $(x_i, y_i)$  формы зависимости (линии) так, чтобы отклонения  $(\Delta_i)$  данных исходного ряда  $y_i$  от соответствующих расчетных  $y_i'$ , находящихся на линии, были наименьшими). После этого можно продолжить эту линию и получить прогноз. Расчет параметров  $(a, b)$  для конкретной функции осуществляется методом наименьших квадратов (МНК) и его модификаций. Суть МНК состоит в отыскании параметров модели тренда, минимизирующей их отклонения.

$n$

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i' - y_i)^2 \rightarrow \min; \text{ где } n - \text{ число наблюдений}$$

Функциональная зависимость может быть линейной, гиперболической, экспоненциальной, степенной, логарифмической и др. Каждая из этих функций может иметь свою специфическую область применения при прогнозировании процессов и явлений. Так линейная функция применяется для описания процессов, равномерно развивающихся во времени; гиперболы

– хорошо описывают процессы, которые характеризуются насыщением, когда существует фактор, сдерживающий рост прогнозного показателя. Прогноз предполагает продление тенденции прошлого, выражаемой выбранной функцией, в будущее, т.е. экстраполяцию динамического ряда. Программным путем на ЭВМ определяется значение прогнозируемого показателя. Для этого в формулу, описывающую процесс, подставляется величина периода, на который необходимо получить прогноз. Экстраполяция методом подбора функций учитывает все данные исходного ряда с одинаковым «весом».

## **Раздел VI. Организационно-технологические модели**

### **Тема 6.1. Календарное планирование**

#### **Цели и методы календарного планирования**

**Календарный план** - динамическая модель производственной деятельности, обеспечивающая эффективное управление строительством на основе координации всех ресурсов во времени и в пространстве.

**Календарное планирование (КП)** - центральная задача системы управления производством.

**КП** – основная задача АСУС обеспечивает координацию во времени и пространстве всех ресурсов.

**Задача КП** – обеспечение своевременного и достаточного ввода в эксплуатацию объектов при соблюдении технологических, организационных, ресурсных ограничений.

**Задача КП** – динамичная, вероятностная, имитационная модель, решаемая итерационными методами. Графическая модель КП:

- Линейные графики Ганта;
- циклограммы для поточного строительства;
- сетевые графики (детерминированные, вероятностные, обобщённые сетевые модели).

Тип графика и способ моделирования определяется исходя из ресурсов, которые делятся на:

- складываемые (возобновляемые);
- нескладываемые (невозобновляемые).

Основные методы решения задач календарного планирования: I. Точные



1. Математическое программирование.
2. Метод последовательного анализа вариантов.
3. Алгебраические методы, методы комбинаторики.

II. Приближённые методы:

1. Статистические
2. Эвристические
- III. Комбинированные.

Критерии оптимизации:

- уменьшение срока выполнения работ;
- увеличение дохода;
- максимизация выручки;
- минимизация отклонений от заданного уровня потребления ресурсов.

### **Организационно-технологические модели**

**Моделирование строительного производства** позволяет задолго до начала строительства выявить «узкие» места и предусмотреть организационные мероприятия, обеспечивающие нормальный ход строительства.

**Модель** – это условный образ объекта, сконструированный для упрощения его исследования. Модели, как правило, отражают свойства оригинала и создают условия для получения информации о поведении предполагаемой организационной системы строительства в реальных условиях. Известны следующие группы моделей: физические, символические, графические.

**Графические модели** - это способ графического изображения установленной (принятой) последовательности выполнения определенных действий при выполнении комплекса работ или строительства отдельного объекта. Разработка графической модели строительства объекта, является первым шагом (этапом) в разработке основного документа организации строительства - календарного плана (графика) строительства объекта.

Модель, как правило, отражает последовательность выполнения работ, совмещенность и взаимосвязь их между собой. Разработанная в той или иной форме модель строительства должна быть согласована со всеми заинтересованными физическими и юридическими лицами.

В теории организации строительства известны и на практике используются следующие виды графических моделей:

- линейные (графики Ганта);
- циклограммы;
- сетевые модели.

### **Линейные модели**

Одним из известных методов, позволяющих достаточно эффективно управлять проектами, является временной «график Ганта»- для несложных проектов.

Генри Лоуренс Гант (1861 – 1919) был одним из известных учеников Фредерика Уинслоу Тейлора (1856 – 1915). Американский инженер Гант интересовался уже не отдельными операциями и движениями, как его учитель, а производственными процессами в целом. Согласно Ганту «основные различия между наилучшей сегодняшней и прежними системами состоят в способах планирования и распределения задач, а также способах распределения поощрений за их выполнение». Следуя этому принципу, Гант поставил цель усовершенствовать механизмы функционирования предприятий путем обновления систем формирования задач и распределения поощрений и премий. Гант является первооткрывателем в области оперативного управления и календарного планирования деятельности предприятий. Он разработал целую систему плановых графиков («графики Ганта»), позволивших благодаря их высокой информативности осуществлять контроль за текущими графиками и составлять календарные планы на будущее.

Область применения линейных графиков для отображения принимаемых организационных решений по строительству объекта или выполнения комплекса работ – это строительство простых, несложных объектов, а также линейных сооружений (дороги, инженерные коммуникации, ограждения и т.п.)

**ЛИНЕЙНЫЙ ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПЛЕКСА РАБОТ  
НА ТРЕХ ЗАХВАТКАХ (ФРАГМЕНТ)**



Рисунок 6.1. Линейный график

### Циклограммы

Такой способ изображения последовательности выполнения работ был предложен в 1930-1935 годах проф. Будниковым. Циклограммы, также как и линейные графики, наиболее применимы для отображения принимаемых организационных решений простых, несложных объектов, и работ, а также линейных сооружений (дороги, инженерные коммуникации, ограждения и т.п.)

При относительной простоте разработки линейных моделей и циклограмм они обладают рядом существенных недостатков: не видны связи, отражающие взаимозависимости работ, не выделяются главные работы, предопределяющие общую продолжительность объекта (комплекса работ), невозможно определить резервы времени по работам, для больших и сложных объектов линейные модели и циклограммы получаются громоздкими и трудночитаемыми.

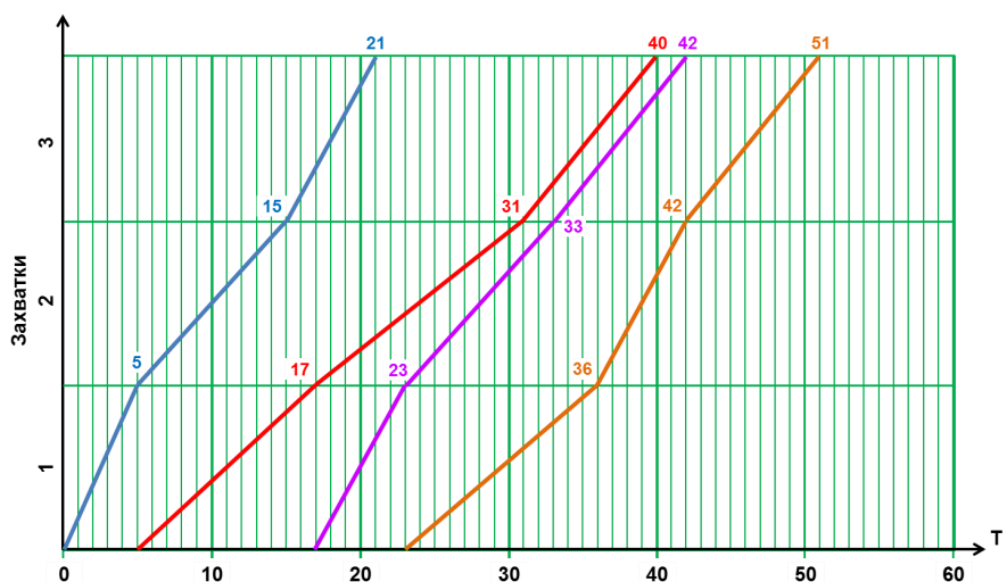


Рисунок 6.2. Циклограмма

### Сетевые модели (графики)

В основе сетевого метода лежат разработанные в 1956-1958 гг. в США система PERT – «техника обзора и оценки программ» и СРМ «Метод критического пути». В СССР сетевые методы стали широко применяться с 1962 года. Сетевые методы моделирования при решении вопросов организации строительства обеспечивают возможность учета практически всех особенностей строительного производства, что в свою очередь позволяет строительным организациям повысить эффективность строительства.

Метод СРМ (Critical Path Method, 1957 г.), который применили при строительстве и ремонте химических заводов Дю Пона. Это – метод критического пути при фиксированном числе работ для составления расписания.

Почти в это же время, в 1958 г. появился метод PERT (Program Evaluation and Review Technique) – метод оценки и пересмотра программ. Он возник при решении задачи перевооружения военноморского флота США.

СРМ использует предположение: "времена всех работ определенные величины".

PERT использует три временных оценки для каждой работы, в результате чего каждая работа оценивается математическим ожиданием времени ее выполнения и дисперсией. Разновидностью данного метода стал метод PERT- Cost, который использует в параметрах сети стоимостные оценки работ. В отличие от графиков Гантта методы PERT и СРМ применялись для сложных проектов из 1000 работ.

В 1962 году сетевые модели впервые стали использовать в СССР. С начала 70-х годов XX века сетевые модели начали широко внедряться для управления и планирования строительными процессами в СССР. Два этих метода (PERT + СРМ) стали известны как методы сетевого планирования. Основным плановым документом в системе сетевого планирования и управления (СПУ) является сетевой график (сетевая модель, или просто сеть), представляющий собой информационнодинамическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечной цели разработки.

В сетевом графике детально или укрупнено показывается, что, в какой последовательности, когда (за какое время), для чего необходимо выполнить, чтобы обеспечить окончание всех работ не позже заданного (директивного) срока.

Сетевая модель отражает логическую последовательность и взаимосвязи работ, которые должны быть выполнены для того, чтобы достигнуть определенной цели.

Сетевая модель (график) (СМ) – конечный ориентированный граф, в котором одна вершина не имеет входных дуг (начальных вершин) и одна вершина не имеет исходных дуг (конечных вершин).

Граф - это схема, состоящая из заданных точек (вершин), соединенных определенной системой линий.

Отрезки, соединяющие вершины, называются ребрами (дугами) графа.

Ориентированным называется такой граф, на котором стрелкой указаны направления всех его ребер (дуг). Графы носят название карт, лабиринтов, сетей, диаграмм. Исследование этих схем проводится методами теории, получившей название "теория графов".

Теория графов оперирует понятием пути, под которым понимается такая последовательность ребер, когда конец каждого предыдущего ребра совпадает с началом последующего. Понятие контура означает конечный путь, у которого начальная вершина совпадает с конечной вершиной.

Другими словами, сетевой график - это ориентированный граф без контуров, ребра которого имеют одни или несколько числовых характеристик.

Ребрами изображаются на графе работы, а вершинами графа - события.

Исторически сложившееся представление графа состоит из двух основных элементов: работа и событие.

Современное представление графа отличается от ранее разработанного. В конце XX века элементная база графа сужается до одного понятия: процесс, который имеет начало, завершение и длительность.

### Элементы сетевой модели графиков «Вершина-Событие»

- **Событие**, факт окончания одной или нескольких предшествующих работ и начала одной или нескольких последующих работ.
- **Работа**, производственный процесс, требующий затрат рабочего времени, материальных ресурсов, затрат машинного времени.
- **Технологическая зависимость** - показывает зависимость начала выполнения каких либо последующих работ от окончания одной или нескольких предыдущих.
- **Критический путь** - это самый длинный путь (в днях) от исходного до завершающего события.

Действительными работами называются любые процессы, действия, требующие затрат времени и ресурсов и приводящие к достижению определенных результатов (событий). Например, действия: «разработка технологии», «изготовление опалубки», «разработка чертежей» и т.д. Работой следует считать и возможное ожидание, например, процесс твердения бетона, ожидание поставок и т.д. Здесь требуется только затраты времени.

Кроме работ действительных, т.е. требующих затрат времени и ресурсов, существуют так называемые фиктивные работы, (зависимости). Фиктивной работой (зависимостью) называется связь между какими-то результатами работ (событиями), не требующими затрат времени и ресурсов.

Переход от одной захватке к другой не займет внутри одной стройплощадки практически никакого времени, и ее можно считать фиктивной работой.

Событиями называются результаты произведенных работ. Событие конкретизирует процесс планирования, исключает возможность различного толкования итогов выполненных работ. Результаты перечисленных выше работ, т.е. события можно записать следующим образом: «технология разработана», «опалубка изготовлена», «проект разработан», «монтажные

работы выполнены», «твердение бетона завершено» и т.д. Как мы видим, формулировка события всегда записывается в совершенной форме, не допускающей различного толкования (т.е. что-то сделано, выполнено, закончено). Каждое событие может быть отправным моментом для начала последующих работ.

В отличие от работы, имеющей, как правило, «протяженность» во времени, событие представляет собой только момент свершения работы (или работ).

Событие, за которым непосредственно начинается данная работа (работы), называется начальным для данной работы, оно обозначается символом  $i$ .

Например, для работы «разработка грунта» начальным может быть событие «планировка территории закончена».

Событие, которому непосредственно предшествует данная работа (работы), называется конечным для данной работы; оно обозначается символом  $j$ . Например, для той же работы конечным может быть событие «разработка грунта закончена».

Первоначальное событие в сети, не имеющее предшествующих ему событий и отражающее начало выполнения всего комплекса работ, включенных в данную сеть, называется исходным, оно обозначается символом  $I$ .

Исходным событием может явиться подписание приказа о начале работ или о назначении, руководителя, которому поручается комплекс работ.

Событие, которое не имеет последующих событий и отражает конечную цель комплекса работ, включенных в данную сеть, называется завершающим. Оно обозначается символом  $C$ . Завершающее событие, которое будет характеризовать окончание работ, может быть сформулировано так «подписание акта выполненных работ».

Любая последовательность работ в сетевом графике, которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называется путем.

Всякая работа сетевого графика кодируется номерами ее начального ( $i$ ) и конечного ( $j$ ) событий. Работы, входящие в событие, называются предшествующими по отношению к этому событию. Работы, выходящие из события, называются последующими по отношению к этому событию.

Событие, не имеющее предшествующих работ, называется исходным.

Событие, не имеющее последующих работ, называется завершающим.

Сетевой график с одним завершающим событием называется одноцелевым, а с несколькими такими событиями - многоцелевым.

### **Основные правила построения сетевого графика**

❖ Направление стрелок в сетевом графике следует принимать слева направо.

❖ Форма графика должна быть простой, без лишних пересечений, большинство работ следует изображать горизонтальными линиями.

❖ При выполнении параллельных работ, т.е. если одно событие служит началом выполнения двух работ или более, заканчивающихся другим событием, вводится зависимость и дополнительное событие, иначе разные работы будут иметь одинаковый код.

❖ В сетевом графике не должно быть «тупиков», «хвостов», «циклов».

❖ Если те или иные работы начинаются после частичного выполнения предшествующей работы, то эту работу следует разбить на части.

❖ Если после окончания двух работ А и Б можно начать работу В, а начало работы Г зависит только от окончания работы А и начало работы Д – от окончания работы Б, то на сетевом графике это изображается с помощью зависимостей.

❖ При построении сетевого графика: рекомендуется направлять стрелки слева направо и изображать их по возможности горизонтальными линиями без лишних пересечений.

К основным параметрам сетевого графика относятся: критический путь, резервы времени событий и резервы времени работ. Эти параметры являются исходными для получения ряда дополнительных характеристик, а также анализа сети или, для анализа составленного плана разработки. Величина критического пути определяет сроки выполнения всего планируемого комплекса работ. Критический путь - это наиболее протяженная по времени



цепочка работ, ведущих от исходного к завершающему событию. Изменение продолжительности, любой работы, лежащей на критическом пути, соответственным образом меняет (сокращает или удлиняет срок) наступления завершающего события, т.е. дату достижения конечной цели, ставящейся при планировании разработки. Свойства, присущие работам критического пути, а также те возможности, которые открываются при использовании этих свойств, в значительной мере и определяют эффективность сетевых графиков.

При планировании комплекса операций критический путь позволяет найти срок наступления завершающего события. В процессе управления ходом разработки внимание, руководства сосредоточивается на главном направлении - на работах критического пути. Это позволяет наиболее целесообразно и оперативно контролировать ограниченное число работ, влияющих на срок разработки, а также лучше использовать ресурсы.

В некоторых случаях в сетевом графике может быть не один, а несколько критических путей, имеющих одинаковую продолжительность, большую, чем продолжительность других путей.

В сетевых графиках имеются и другие пути, опирающиеся на исходное и завершающее события (полные пути), которые могут либо полностью проходить вне критического пути, либо частично совпадать с критической последовательностью работ. Эти пути называются ненапряженными. Ненапряженные пути - это полные пути сетевого графика, которые по продолжительности меньше критического пути.

Ненапряженные пути обладают важным свойством: на участках, не совпадающих с критической последовательностью работ, они имеют резервы времени. Это означает, что задержка в свершении событий, не лежащих на критическом пути, до определенного момента (до исчерпания располагаемых резервов) не влияет на срок завершения разработки в целом.

Критические пути резервами не располагают. Если свершение какого-либо события, находящегося на критическом пути, будет задержано, то в соответствии с данным выше определением критического пути либо будет отодвинуто на тот же срок свершение завершающего события, либо должны быть сокращены на такое же в сумме время продолжительности работ, расположенных на критическом пути после этого события (цепочка последующих работ). Таким образом, если даже удастся обеспечить соблюдение установленного срока свершения завершающего события при затяжке в выполнении какой-либо из работ критического пути, то это достигается за счет переоценки времени выполнения других работ или

ускорения сроков их выполнения, а не за счет наличия резервов у работ или событий критического пути.

Из ненапряженных путей наибольший интерес представляют подкритические пути – это ближайшие по продолжительности к критическому, а также наименее напряженные пути. Подкритические пути могут стать критическими в результате сокращения продолжительности работ, лежащих на критическом пути, и таким образом являются потенциально опасными с точки зрения соблюдения сроков завершения разработки. Напротив, наименее напряженные пути не представляют угрозы для нарушения директивных сроков окончания работ и поэтому могут рассматриваться с точки зрения использования ресурсов (рабочей силы, денежных средств), выделенных для их выполнения. Перераспределение этих ресурсов с передачей их на работы критического пути может привести к сокращению продолжительности последнего и, таким образом приблизить срок свершения завершающего события.

Основными параметрами сетевой модели, кроме критического пути являются резервы времени свершения событий и различные разновидности резервов времени работ. Резервы времени существуют в сетевом графике во всех случаях, когда имеется более одного пути разной продолжительности.

Величины резервов времени должны внимательно анализироваться. Резерв времени события - это такой промежуток времени, на который может быть отсрочено свершение этого события без нарушения сроков завершения разработки в целом.

**Полный (общий) резерв времени** пути показывает, насколько в сумме могут быть увеличены продолжительности всех работ, принадлежащих пути  $L_i$  или, иными словами, предельно допустимое увеличение продолжительности этого пути. При дальнейшем увеличении пути (или, при дальнейшем затягивании выполнения работ, лежащих на этом пути) критический путь переместится с ранее вычисленной последовательности работ на последовательность работ пути  $L_i$ . Отсюда легко сделать вывод, что любая из работ пути  $L_i$  на его участке, не совпадающем с критическим путем, обладает резервом времени.

Полный резерв времени работы - это максимальное количество времени, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, не изменяя при этом продолжительности критического пути.

Полный резерв времени работы  $R_{nij}$  определяется по формуле:

$R_{nij} = T_{nj} - T_{pi} - t_{ij}$ , где  $i$  - начальное событие данной работы;  $j$  - конечное событие этой работы;

$T_{nj}$  и  $T_{pi}$  - соответственно поздний и ранний сроки свершения событий  $j$  и  $i$ .

Важным свойством полного резерва времени работы является то, что если его использовать частично или целиком для увеличения длительности какой-либо работы, то соответственно уменьшится резерв времени всех остальных работ лежащих на этом пути. При использовании полного резерва времени целиком для одной работы резервы времени остальных работ лежащих на максимальном пути, проходящем через нее, будут полностью исчерпаны, поскольку полный резерв времени работы принадлежит не только ей, а всем работам, лежащим на путях, проходящих через данную работу. Резервы времени работ, лежащих на других (не максимальных по продолжительности) путях, проходящих через эту работу сократятся и будут равны разности между прежним резервом времени этих работ и использованным полным резервом работы, лежащей на максимальном пути.

У отдельных работ помимо полного резерва времени имеется **свободный (частный) резерв времени**  $R_{cij}$ , который равен разности между ранними сроками наступления событий  $i$  и  $j$  за вычетом продолжительности работы ( $i,j$ ).

$$R_{cij} = T_{pj} - T_{pi} - t_{ij}$$

**Свободный резерв времени** - это максимальное количество времени, на которое можно увеличить продолжительность работы или отсрочить ее начало, не изменяя при этом ранних сроков начала последующих работ, при условии, что начальное событие этой работы наступило в свой ранний срок. Используя свободный резерв времени, ответственные исполнители могут маневрировать в его пределах сроком начала данной работы или ее продолжительностью. Это важное свойство резерва времени должно учитываться исполнителями при автономном выполнении отдельно взятых работ, располагающих этим резервом.

Резервы времени работы позволяют маневрировать сроком начала и окончания работы, ее продолжительностью. При отсутствии резервов нет возможности маневрирования. Именно поэтому на эти работы и обращено в основном внимание руководства.

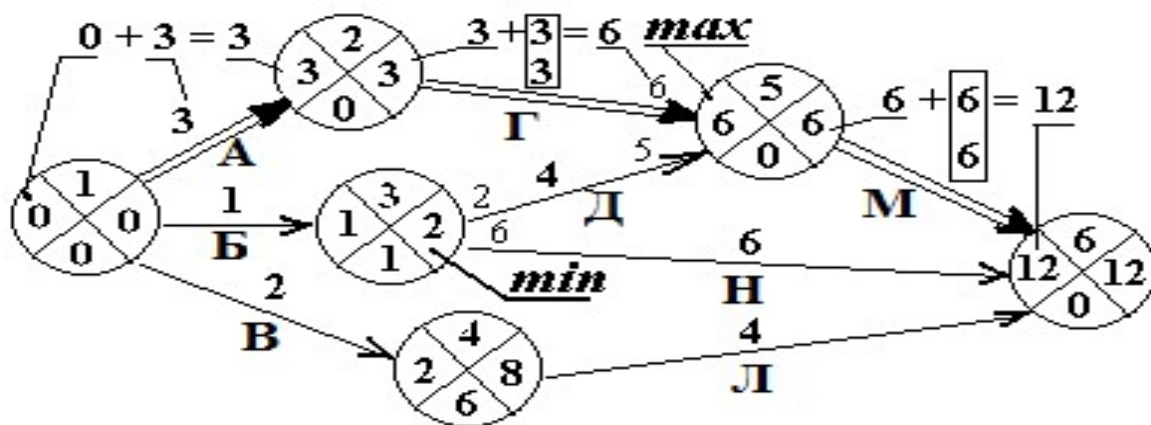


Рисунок 6.3. Пример сетевого графика «Вершина-Событие»

### Временные оценки работы

Оптимистическая оценка ( $t_{\min}$ ) – минимально возможный период времени ( $a$ ), в течение которого может быть выполнена данная работа, при наиболее благоприятных условиях работы.

Наиболее вероятностная - наилучшая оценка периода времени ( $m$ ), в течение которого может быть выполнена данная работа.

Пессимистическая оценка ( $t_{\max}$ ) - максимально возможная продолжительность времени ( $b$ ) выполнения работы, при неблагоприятных условиях работы.

Обозначим:  $a = t_{\min}$ ,  $b = t_{\max}$ ,  $m = t_{\text{nominal}}$

Существуют два варианта определения ожидаемого срока выполнения американский и русский варианты.

**Американский вариант**

$$t_{ож(ср)} = \frac{t_{min} + 4t_{nom} + t_{max}}{6} = \frac{a + 4m + b}{6}$$

**Русский вариант**

$$t_{ож(ср)} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5} = \frac{3a + 2b}{5}$$

**Дисперсия**

**Американский вариант**

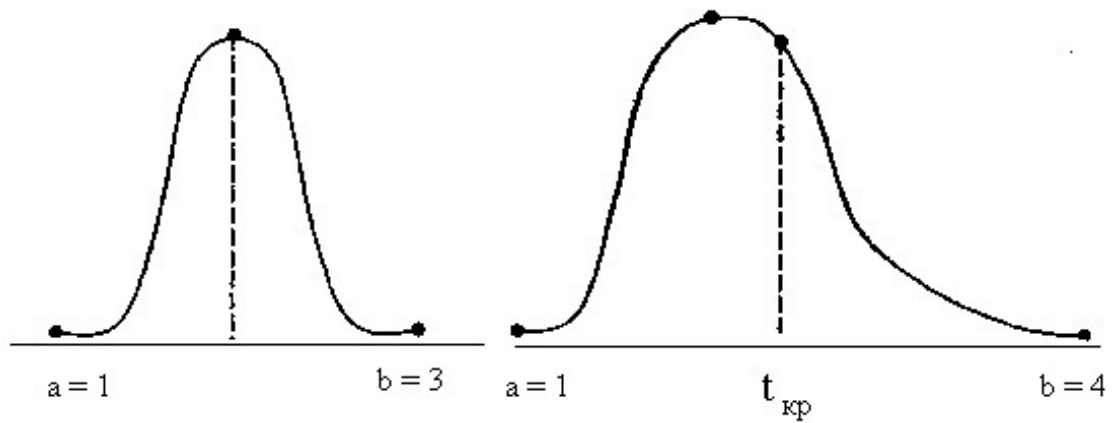
$$\sigma^2 = \left( \frac{t_{max} - t_{min}}{6} \right)^2 = \left( \frac{b - a}{6} \right)^2$$

**Русский вариант**

$$\sigma^2 = 00,4 \cdot (t_{max} - t_{min})^2 = 00,4 \cdot (b - a)^2$$

Если дисперсия велика, то существует значительная неопределенность относительно момента завершения работы.

Если дисперсность мала, то оценка продолжительности работы достаточно точна в отношении срока ее завершения, т.е. оптимистическая и пессимистическая оценки лежат близко друг к другу:



$\sigma^2$  - есть мера неопределенности, связанная с продолжительностью выполнения данной работы.

Аргумент нормальной функции распределения вероятностей ( $Z$ ) находим по формуле:

$$Z = \frac{T_d - T_k}{\sqrt{\sigma_{ij}^2}}$$

где  $T_d$  – директивный срок окончания всех работ, лежащих на критическом пути,

$T_k$  – календарный срок окончания комплексных работ согласно расчету.

По значению аргумента нормальной функции распределения ( $Z$ ) определяется значение вероятности ( $P$ ) свершения события в срок.

Таблица 6.1 .Фрагмент таблицы вероятностей

<b>Z</b>	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
									0,7881		
<b>P</b>	0,5	0,5398	0,5793	0,6179	0,6179	0,6915	0,7257	0,7580		0,8159	0,8413
<b>Z</b>	1,1		1,3		1,5	1,6	1,7	1,8	1,9		
		1,2		1,4							2,0
<b>P</b>	0,8643	0,8849	0,9032	0,9192	0,9332	0,9452	0,9554	0,9641	0,9713		0,9772

Из таблицы вероятностей можно видеть, что при  $Z$  близкой к 0 вероятность свершения события близка к 50%, при  $Z = 1$   $P = 84\%$ , при  $Z = 2 \dots P = 99\%$ . Чем больше  $Z$ , тем выше вероятность свершения события.

### Элементы сетевых графиков «Вершина-Работа»

Элементная база сетевых моделей конца XX – начала XXI века претерпела изменение. В ней отсутствует элемент «событие». В построении участвует элемент «работа», которая имеет порядковый номер, длительность, раннее и позднее время выполнения работы, а также резерв времени работы.

Работа – это процесс. В основе графического представления современных моделей лежит процессный подход. И кибернетическая модель «процесса» напоминает графический образ «черного ящика», со входящими и выходящими потоками, наиболее ярко представленными в SADT модели и исполненная инструментальными средствами VPwin. Поэтому в графическом представлении современных сетевых графиков используется значок «прямоугольника», а не «круга», как ранее.

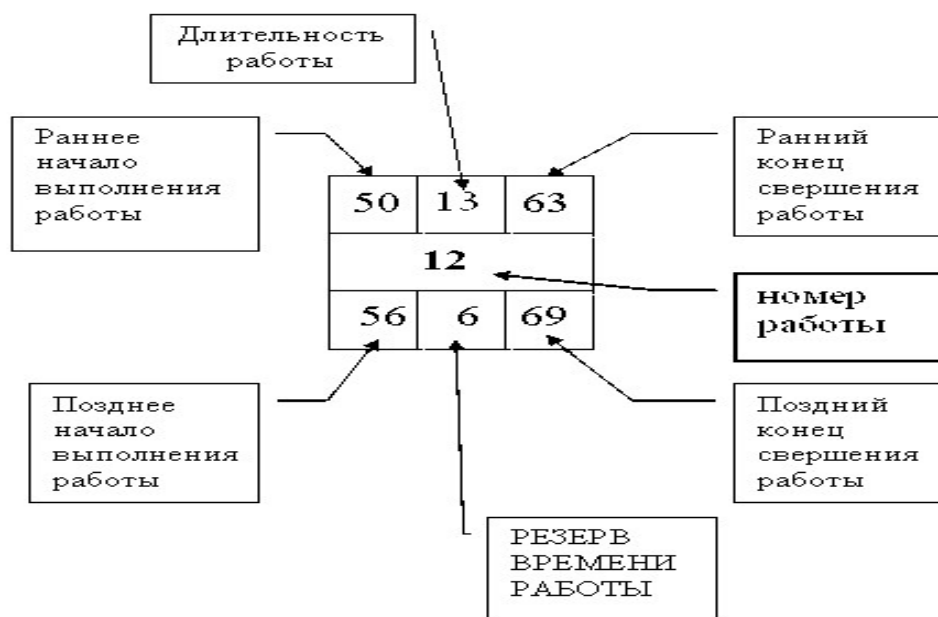


Рисунок 6.4. Параметры элемента «Работа-Процесс»

Расчет ранних и поздних сроков окончания работ на сетевом графике и определение критического пути ведется аналогично, как на классических сетевых графиках. Пример расчета элемента сети представлен на рис 6.5.

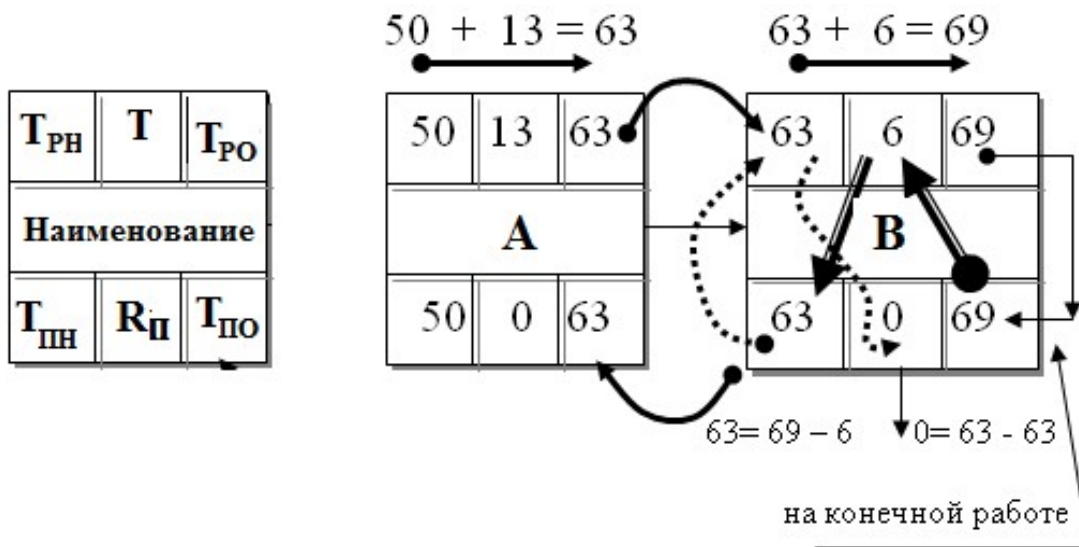


Рисунок 6.5.

Вот как будет выглядеть график, приведенный в примере «Вершина-Событие» в виде «Вершина-Работа» (рис. 6.6.):

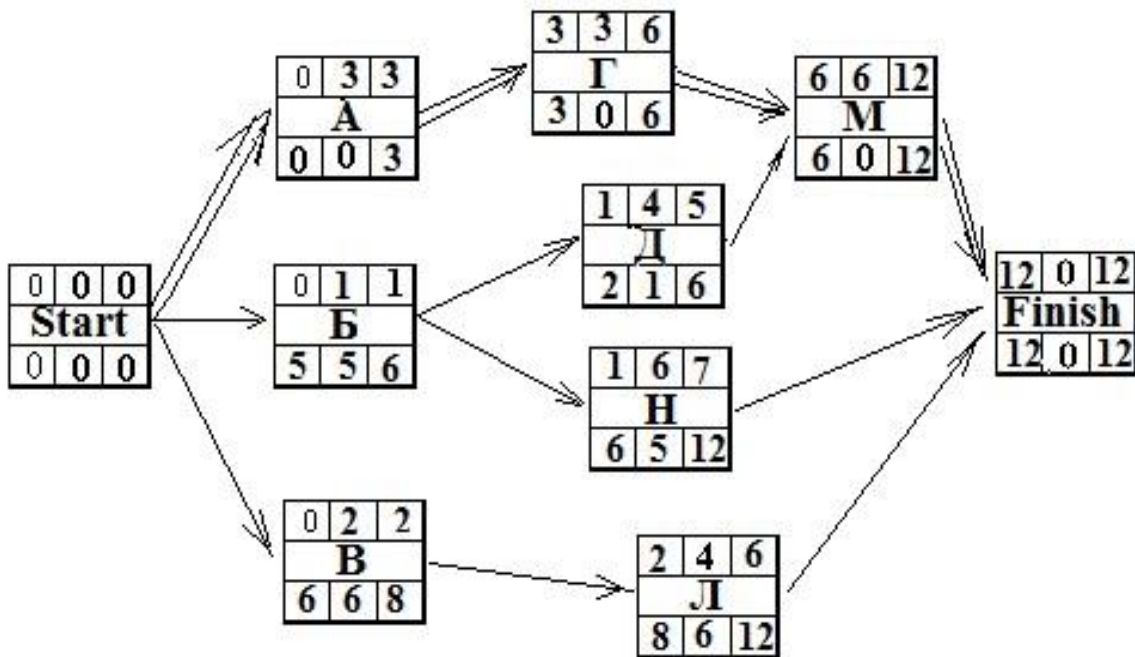


Рисунок 6.6.

Рассчитать сетевую модель можно и с помощью табличного метода (рис. 6.7.). Сейчас этот вариант расчета, в основном, используют для расчета с помощью компьютерных программ.



Пример расчета сетевой модели табличным методом.

i	j	t <sub>ij</sub>	Раннее		Позднее		Резерв	
			начало	оконч.	начало	оконч.	полный	Свободный
			t <sub>РН(ij)</sub>	t <sub>РО(ij)</sub>	t <sub>ПН(ij)</sub>	t <sub>ПО(ij)</sub>	R <sub>П(ij)</sub>	R <sub>СВ(ij)</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	0	3	(3-3) 0	(6-3) 3	0	(3-3) 0
1	3	1	0	1	(2-1) 1	(6-4) 2	1	0
1	4	2	0	2	(8-2) 6	(12-4) 8	(6-0) 6	(2-2) 0
2	5	3	3	6	(6-3) 3	(12-6) 6	0	0
3	5	4	1	5	(6-4) 2	(12-6) 6	(2-1) 1	<u>(6-5) 1</u>
3	6	6	1	7	(12-6) 6	12	5	(12-7) 5
4	6	4	2	6	(12-4) 8	12	(8-2) 6	(12-6) 6
5	6	6	6	12	(12-6) 6	12	(6-6) 0	(12-12) 0
6	-	-	12	-	-	-	-	-

Рисунок 6.7.

### Основные проблемы в области календарного планирования:

- неадекватность моделей;
- отсутствие должной взаимоувязки объектного и сводного (по строительной организации в целом) календарного планирования;
- индивидуальный подход (лоскутное моделирование) к созданию "жестких" локальных систем с узкой областью применения;
- высокая трудоемкость подготовки исходных данных для разработки и корректировки календарных планов;
- ограниченные возможности отражения существенных связей между работами в реальном производственном процессе;
- недостаточное участие первого руководителя и пользователя в процессе моделирования;
- слабая увязка задач календарного планирования с другими комплексами задач;

- несовершенство алгоритмов и программных средств;
- низкий уровень технического оснащения строительных организаций компьютерной техникой;
- недостаточный контроль над исполнением календарных планов и регулированием производства.

### **Основные алгоритмы, правила и методы разработки КП**

Основу управления строительной организацией составляет расписание непрерывного движения бригад рабочих (основной управляемый ресурс), обеспечивающего их равномерную загрузку и субподрядчиков по объектам, на основании которого строятся объектные графики. При этом сроки сдачи объектов и мощность организации служат ограничениями.

Существуют два основных метода составления сводного календарного плана:

- метод "сшивки" объектных сетевых графиков (от частного к общему);
- метод "от общего к частному" - от сводного к объектным календарным планам.

Применение ЭВМ позволило организовать одновременное построение сводного и объектных графиков в интерактивном диалоговом режиме.

Выбор критерия оптимизации календарного плана осуществляется в зависимости от конкретных условий строительства и деятельности строительной организации. Поскольку условия строительства меняется, то модель должна быть адаптивной, имитационной. Обилие ограничений и вероятностный характер строительного производства не позволяют формализовать процедуру построения календарного плана, поэтому она, как правило, включает эвристические алгоритмы и правила, а также требует непосредственного участия человека в процессе моделирования и принятия решения. К числу таких эвристических правил можно отнести следующие:

- прежде всего, выделяется ведущий специализированный поток, открывающий фронт работ наибольшему количеству соисполнителей;

- в первую очередь выполняются работы с малыми объемами. Это дает возможность , во-первых максимально развернуть фронт работ на объектах, во-вторых , определить моментов времени до нового распределения рабочих, сведя к минимуму организационнотехнологические простои бригад;

- чтобы исключить сдвигку больших объемов работ на конец планируемого периода и невыполнение по ним плана, вводятся приоритеты на обеспечение крупных объектов трудовыми ресурсами.

Анализ обстоятельств и причин изменения показателя эффективности трудозатрат, выполненный на большом статистическом материале, позволил выявить основные факторы, оказывающие влияние на производительность труда:

- состояние фронта работ к началу планируемого периода;
- совмещение смежных видов работ;
- готовность объекта к изменению погодных условий;
- длительность достижения стабильной выработки;
- перерывы в выполнении отдельных видов работ;
- необеспеченность материально-техническими ресурсами;
- одновременная работа бригады на нескольких объектах;
- готовность объекта в предпусковой период к выполнению отделочных работ , монтажу оборудования и благоустройству.

Величина объектов существенно влияет на производительность труда. Так с возрастанием трудоемкости работ на объекте до 5000-6000 чел.дней производительность труда увеличивается в пределах 15 процентов.

Задачу КП в некоторых случаях, с известными допущениями, можно свести к оптимизационной.

Оптимизация календарного плана может осуществляться следующим путем:

- сопоставления нормативной трудоемкости производства определенных видов работ в чел.-днях в соответствии с трудовыми

ресурсами, также выраженными в чел. днях. Все остальные показатели по объему СМР, зарплате, труду и т.д. определяются как производные на основе оптимизации показателей трудоемкости;

- максимизацией ввода (количества вводимых в эксплуатацию) объектов при заданных ограничениях по директивным срокам, ресурсам, заделу и мощности. Многосетевая и многоцелевая модель работы строительной организации при этом строится из унифицированных объектных сетевых графиков;

- по критерию максимизации производительности труда. В качестве правил взаимодействия и использования ресурсов могут быть приняты:

- уменьшение числа переходов бригад и машин с объекта на объект;

- уменьшение организационных перерывов в использовании рабочих и машин;

- полная загрузка бригад и машин в соответствии с их производительностью;

- обеспеченность достаточным фронтом работ;

- загрузка однородной по составу работой;

- интенсификация использования рабочего времени в течение суток.

Ряд программ предусматривает минимизацию простоя фронта работ. В этом случае задача сводится к классу выпуклого программирования с кусочно-линейной целевой функцией и линейными ограничениями. Однако следует помнить, что как установлено исследованиями, простой бригад обходится строительной организации в 6 раз дороже, чем простой фронта работ.

При календарном планировании работ на объекте величина потерь производительности труда в основном зависит от интенсивности и равномерности объектного потока, тогда как при возведении комплекса объектов на такие потери в основном влияют непрерывность и совмещение объектных потоков.

**Алгоритм "Калибровка"** минимизирует сроки или продолжительность выполнения комплекса работ. Сущность метода в том, что на очередной планируемый элементарный отрезок времени ставятся "на обслуживание" и наделяются необходимыми ресурсами работы в соответствии

с приоритетами. Если в рассматриваемый отрезок времени ресурсов не хватает, то работа сдвигается вправо на следующий отрезок времени.

**Алгоритм "Сглаживание"** используется, когда заданы жесткие ограничения на сроки завершения работ и требуется оптимизировать качество использования ресурсов. Вначале строится некоторый базисный план, а затем в пределах имеющихся степеней свобод по установленным приоритетам изменяют положение работ на оси времени и (или) интенсивность их выполнения до оптимального варианта.

**Взаимоувязка объектного и сводного графиков** на основе многомерной модели.

Критерии оптимизации:

- Сокращение сроков строительства объекта;
- Уменьшение отклонений от равномерного использования ресурсов;
- Сокращение перерывов на объектах и простоев бригад.

## **Тема 6.2. Системы календарного планирования с применением систем управления проектами**

Наука управления строительными проектами в последние годы превратилась в самостоятельную дисциплину, в которой под проектом понимают совокупность мероприятий, в результате выполнения которых к установленному сроку при ограниченных материальных ресурсах реализуется строительство объекта (комплекса объектов).

**Инвестиционный проект** понимается как инвестиционная акция, предусматривающая вложение определенного количества ресурсов, в том числе интеллектуальных, финансовых, материальных, человеческих, для получения запланированного результата и достижения определенных целей в обусловленные сроки. Финансовым результатом инвестиционного проекта чаще всего является прибыль/доход, материально вещественным результатом — новые или реконструированные основные фонды (объекты) или приобретение и использование финансовых инструментов или нематериальных активов с последующим получением дохода.

В том случае, когда результат реализации проекта — некоторый физический объект (здание, сооружение, производственный комплекс), определение проекта может быть конкретизировано следующим образом: «Проект — целенаправленное, заранее проработанное и запланированное

создание или модернизация физических объектов, технологических процессов, технической и организационной документации для них, материальных, финансовых, трудовых и иных ресурсов, а также управленческих решений и мероприятий по их выполнению».

В строительстве проекты бывают настолько сложны, что работа над ними осуществляется не в составе проектов, а в составе *программ*, которые можно определить как совокупность проектов или как проект, отличающийся особой сложностью создаваемой продукции и/или методов управления его осуществлением. При таком подходе термин «проект», как правило, связывается с относительно краткосрочными целями. Примером могут служить государственные программы по комплексной застройке территорий.

**Управление проектами (УП)** — синтетическая дисциплина, объединяющая как специальные, так и надпрофессиональные знания. Специальные знания отражают особенности той области деятельности, к которой относятся проекты, в нашем случае строительной. Однако подлинно самостоятельной дисциплиной УП стало благодаря знаниям, полученным в результате изучения общих закономерностей, присущих проектам во всех областях деятельности, а также благодаря методам и средствам, успешно используемым для самых различных проектов.

**Управление проектами** — методология организации, планирования, руководства, координации трудовых, финансовых и материально-технических ресурсов на протяжении проектного цикла, направленная на эффективное достижение его целей путем применения современных методов, техники и технологии управления для достижения определенных в проекте результатов по составу и объему работ, стоимости, времени, качеству и удовлетворению участников проекта.

Стандарт по управлению проектами СТБ 2529-2018 «Строительство. Управление инвестиционными проектами. Основные положения»

*3.11 инвестиционный проект в строительстве: Совокупность документов и организационно-технических мероприятий, связанных с инвестированием средств в объекты капитального строительства в процессе проведения предпроектных, проектных, строительных, пусконаладочных и иных работ, а также работ по вводу объекта в эксплуатацию.*

**Системы управления проектами** образуют отдельный сектор программного обеспечения, который достаточно широко представлен на

отечественном рынке. Появление подобных систем способствовало преобразованию искусства управления проектами в науку, в которой имеются четкие стандарты, методы и технологии.

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.

*Дисциплина «Управление проектами» изучается нашими студентами (специальность ПГС), выполняется курсовая работа. Поэтому в рамках АСУС мы только затронем вопросы, касающиеся встраивания программ по УП в общую информационную систему.*

### **Системы управления проектами в рамках АСУС.**

Компьютерные системы, оснащенные программным обеспечением для управления проектами, должны обеспечивать выполнение функций:

- работа в многопроектной среде;
- разработка календарно-сетевых графиков выполнения работ;
- оптимизация распределения и учет ограниченных ресурсов;
- проведение анализа «что-если»;

- сбор и учет фактической информации о сроках, ресурсах и затратах, автоматизированной генерации отчетов;

- планирование и контроль договорных обязательств;
- централизованное хранение информации по реализуемым и завершенным проектам и т. д.

Распределенные интегрированные системы в качестве основных инструментов используют: архитектуру клиент — сервер. Они используют базы данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД). Для успешного управления проектом необходимо, чтобы данные, полученные во время планирования и выполнения проекта, были всегда доступны всем участникам проекта: системы телекоммуникаций; программное обеспечение поддержки групповой работы; документооборот; групповое планирование деятельности; участие удаленных членов команды в интерактивных дискуссиях средствами поддержки и ведения обсуждений; проведение «мозгового штурма». Internet/ Intranet являются технологиями, сближающими предприятия и проекты. Они предоставляют доступ к информации проектов,

не требуя на его организацию значительных средств. Размещение сайта проекта в сети **Интернет** является самым оптимальным способом информирования участников о его состоянии в тех случаях, когда они находятся в различных точках земного шара. Применительно к управлению проектами в виде web-страниц могут быть опубликованы календарно-сетевые графики выполнения работ, отчеты (графические и табличные), протоколы совещаний и любые другие документы, относящиеся к проекту. **Intranet** базируется на тех же элементах, что и Internet. Принципиальное отличие между ними заключается в том, что пользователями Intranet является ограниченный круг лиц, который, как правило, составляют работники конкретной корпорации, организации, предприятия. Видеоконференции позволяют передавать аудио-, видеоинформацию по локальным сетям и Internet.

В процессе работы над проектами мы неизбежно с проблемами выбора пути решения проблем. В этом нам могут помочь интегрированные информационные системы поддержки принятия решений. Процесс принятия решения — процесс выбора оптимального решения среди альтернативных вариантов. Система поддержки принятия решений — соединение комплекса программных средств, имитационных, статистических и аналитических моделей процессов и работ по проекту для подготовки решений по его реализации. Целью информационной системы поддержки принятия решений является организация и управление принятием решений при разработке и реализации проектов на основе современных технологий обработки информации. Основными функциями этих систем являются: сбор, передача и хранение данных; содержательная обработка данных в процессе решения функциональных задач управления проектами; представление информации в форме, удобной для принятия решений; доведение принятых решений до исполнителей; Интегрированная информационная система управления проектами: объединяет данные из различных подразделений и организаций, относящихся к конкретному проекту; обеспечивает хранение, сбор, и анализ управленческой информации относительно степени достижения целей проекта; создается для каждого проекта и является временной, так как проект представляет собой одноразовое предприятие; должна обеспечивать алгоритмы разрешения конфликтующих требований, возникающих по ходу обеспечения проекта; должна обеспечивать поддержку деловых взаимоотношений между исполнителями, временно объединенными в команду; является динамической системой, которая изменяется в зависимости от стадии проекта; является открытой системой, так как проект не является



полностью независимым от бизнес-окружения и текущей деятельности предприятия. Структуру интегрированной информационной системы поддержки принятия решений во многом определяет структура принятых в рамках проекта и организации процессов управления. Как следствие, она может быть структурирована по: этапам проектного цикла; функциям; уровням управления. Для описания и анализа проекта на прединвестиционной стадии применяется специализированное программное обеспечение (ПО) финансового анализа проектов, которое позволяет выполнить оценки основных показателей проекта в целом и обосновать эффективность капиталовложений.

Для детального планирования и контроля графика выполнения работ, отслеживания ресурсов и затрат проекта необходимо использовать ПО для управления проектами. На стадии выполнения проекта необходимо обеспечить сбор фактических данных о состоянии работ, оптимально представить их для анализа, обеспечить обмен информацией и взаимодействие между участниками проекта. Для выполнения этих функций применяется ПО для управления проектами, ПО поддержки групповой работы, документооборота и формирования отчетов. Основными функциональными элементами интегрированной информационной системы поддержки принятия решений на стадии выполнения проекта являются: модуль календарно-сетевого планирования и контроля работ проекта; модуль ведения бухгалтерии проекта; модуль финансового контроля и прогнозирования. Важнейшим компонентом интегрированных информационных систем поддержки принятия решений являются системы управления базами данных (СУБД). Их основными функциями являются поддержка целостности, защищенности, архивации и синхронизации данных в условиях многопользовательской работы.

### **Краткий обзор программного обеспечения по управлению проектами.**

Существуют различные подходы к классификации программного обеспечения для управления проектами: по стоимости — на дорогое ПО и недорогое ПО; по количеству поддерживаемых функций на профессиональное и настольное - непрофессиональное.

Несмотря на огромное количество программ по управлению проектами, для строительства чаще используются Microsoft Project, Primavera, SureTrak, OpenPlan, Spider, Rillsoft.

Наиболее распространенное на отечественном рынке программное обеспечение для управления проектами «недорогой» части рынка.

## **MS Project**

**MS Project** - это комплексное программное обеспечение, система управления проектами и способ оптимизации управления портфелями. То есть, это не просто планировщик и коммуникатор - это еще и мощный аналитический инструмент.

Программа с 2007 года регулярно обновляется, и на рынке однопользовательских и малых решений программный продукт занимает порядка 20% рынка. Она знаменита своими шаблонами, а также удобной интеграцией с другими продуктами компании Microsoft. Ориентирована на небольшое количество пользователей и проектов, подойдет там, где нужна составленная смета и пошаговые планы проектов.

Работа ведется со следующими опциями: «задача», «ресурс» и «календарь». Это соответствует построению «проектного треугольника» управления: время - стоимость - объем работ. У «задачи» есть ресурс, длительность, объем и еще много характеристик - а те, которых нет, можно добавить. Также, задачи могут быть связаны между собой. «Ресурс» тоже имеет много значений, но основное для него - время, которое вы ставите, исходя из календаря. Именно на основе этих заданных значений, софт визуализирует данные в графиках, диаграммах, таблицах, листах. Кроме этого, у программы есть алгоритм, позволяющий в некоторых случаях автоматически вычислять сроки начала и окончания задач.

Огромное преимущество - повсеместное использование программы, а как следствие - большое количество обучающих материалов, позволяющих улучшить и сделать пользование максимально продуктивным.

Microsoft Project (2010-2016) является на сегодняшний день самой распространенной в мире системой планирования проектов. 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.

### **SureTrak Project Manager**

SureTrak Project Manager (ST) 3.0 — аналогичный РЗ инструмент, предназначенный для управления небольшими проектами, либо частями крупных проектов. Может быть использован проектировщиками и подрядчиками как инструмент планирования и контроля работ, заказчиками в качестве средства отслеживания хода проекта. SureTrak позволяет учесть все сложности, возникающие на этапе реализации проектов, включая недопоставки сырья или оборудования, задержки платежей, спрогнозировать величину денежных потоков и т. д.

Может работать как самостоятельно, так и совместно с Project Planner в корпоративной системе управления проектами.

### **Rillsoft Project**

Rillsoft Project предназначен для расчета оптимального календарного плана работ на стадии исходного планирования и в темпе технологического процесса управления проектом, а также проведения анализа выполнения проекта и его коррекции. Программа позволяет уложить календарный план в директивные сроки, минимизировать ресурсы и получить наиболее стабильную загрузку персонала. Он в большей степени ориентирован на «строительные» проекты, учитывает их специфику.

#### **Возможности Rillsoft Project на различных этапах планирования**

##### **□ Календарное планирование и планирование ресурсов**

- планирование персональных ресурсов на основе:
  - специальностей,
  - команд,
  - конкретных исполнителей.

- гибкое задание специальностей с помощью различных уровней квалификаций и разрядов.
- Команду/бригаду можно описать:
  - без детализации исполнителей, указывая ее производительность и стоимость в час,
  - через список персонала.
- Исполнитель может
  - принадлежать к нескольким командам,
  - иметь несколько специальностей с разными коэффициентами продуктивности и загрузки,
  - иметь собственный календарь и свои выходные дни.
- Расчет покрытия потребности необходимых для выполнения проектов людских ресурсов по различным специальностям на основании имеющихся в наличии ресурсов.
- Назначение исполнителей с помощью ассистента на основании заданных специальностей.
- Присутствует альтернативное задание длительности работы через:
  - трудоемкость
  - физический объем
  - трудоемкость по каждому ресурсу, присвоенному данной работе
- Задание и назначение материальных ресурсов и оборудования.
- Работа со многими календарями и назначение их различным объектам и субъектам планирования.
- Мультипроектное планирование и работа с

портфолио ○ Оценка перегрузки и недогрузки персональных ресурсов (Предложение минус затребованность = загрузка) ○

Использование подпроектов и WBS-кодов для структурирования.

○ Представление проектной информации с помощью разных просмотров.

□ **Контроль и Анализ проведения проекта** ○ Внесение процента выполнения работ и установка контрольного времени делают план проекта актуальным.

○ План-Факт-Сравнение по времени, трудоемкости и затратам.

○ Отклонения базового плана от фактического плана представлены как в табличном, так и в графическом виде.

○ Контроль финансирования проекта.

## **Программные продукты «дорогой» части рынка**

### **Open Plan**

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.

Система OpenPlan включает три основных программных продукта: OpenPlan Professional, OpenPlan Desktop и OpenPlan Enterprise. OpenPlan Professional является рабочим инструментом менеджеров, управляющих крупными проектами, и: предоставляет мощные средства для ресурсного планирования в многопроектном режиме, включая поддержку иерархических ресурсов и ресурсных календарей. Имеется возможность планирования и контроля альтернативных и расходуемых ресурсов. Реализована методика освоенного объема; позволяет назначение зависимостей всех типов с

временными задержками как в рамках одного проекта, так и между различными проектами; предоставляет гибкий инструмент построения табличных и графических отчетов. OpenPlan Desktop является упрощенным вариантом OpenPlan Professional и используется как инструмент для работы с небольшими проектами или частью крупного проекта. Интеграция с OpenPlan Professional позволяет: использовать заготовленные в OpenPlan Professional шаблоны проектов с определенными в них кодами СРР, ССО, кодами работ, словарями ресурсов и т. п.; обеспечивать распределенную работу с проектами. Оба программных продукта, OpenPlan Desktop и OpenPlan Professional: позволяют учитывать риски; обеспечивают ограничение доступа к информации проектов; работают в архитектуре клиент/сервер на базе реляционных СУБД Oracle, Sybase и MSSQL Server; обеспечивают хранение данных в различных форматах; публикуют данные проекты на внешний (Интернет) и внутренний (Инtranет) web-сайты. OpenPlan Enterprise включает в себя основные характеристики OpenPlan Professional и интегрирован с ERP (система управления ресурсами предприятия) — приложениями. Это позволяет распределять данные проектов между другими информационными системами предприятия.

## **Spider**

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

В пакете реализована возможность использования при составлении расписания работ взаимозаменяемых ресурсов. Использование ресурсных пулов избавляет менеджера от необходимости жестко назначать исполнителей на работы проекта. Ему достаточно указать общее количество необходимых для производства работ ресурсов и из каких ресурсов это количество выбирать. Еще одной особенностью пакета является возможность использования нормативносправочной информации — о производительностях ресурсов на тех или иных видах работ, расходе материалов, стоимостях работ и ресурсов. Spider Project позволяет создавать и использовать в расчетах любые дополнительные табличные документы и базы данных, вводить формулы расчета. Количество учитываемых в проектах показателей не ограничено.

Spider Project изначально спроектирован в расчете на использование в качестве корпоративной системы управления проектами и позволяет создавать и использовать корпоративные нормы и стандарты при планировании проектов и портфелей проектов организации. Пакет интегрирует разработку смет и планы реализации проектов и портфелей.

Основные задачи, решаемые с помощью пакета, включают:

- Разработку графиков и бюджетов проектов и портфелей с учетом всех имеющихся ограничений,
- Оценку инвестиционной привлекательности проектов и портфелей проектов,
- Анализ рисков и определение надежных директивных показателей,
- Контроль и анализ хода реализации проектов и портфелей.

У пакета Спайдер Проджект множество отличий от западных аналогов.

- Спайдер Проджект это единственный пакет, который работает не только с оценками длительности и трудоемкости, но и с физическими объемами, на основании которых рассчитываются длительности и стоимости работ проектов.

- Наличие физических объемов в модели проекта позволяет использовать нормативные базы, как правило, привязанные к единичным объемам работ различных типов.

- Оптимизацию расписаний проектов, составленных с учетом ресурсных ограничений

- Расчет ресурсного критического пути (критической цепи) и реальных резервов сроков выполнения работ,

- Возможность расчета графиков реализации проектов и портфелей с учетом ограничений по финансированию и поставкам

- Возможность работы с условными и вероятностными сетями,

- Автоматическое назначение ресурсов исходя из заданных квалификационных требований.

- Возможность создания и использования нескольких Иерархических Структур Работ в одном проекте, - и другие.

Spider Project включает экспорт и импорт всей проектной информации из совокупности текстовых файлов.

- Сметная информация может быть импортирована из форматов АРПС и xml.

- Таблицы и отчеты по проектам могут также экспортировать в Excel,
- Кроме того, в Спайдере реализован экспорт/импорт в MSProject и OraclePrimaveraP6.

### **Primavera**

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-сетевое планирования, определения критического пути, выравнивания ресурсов, и других задач моделирования проектов, групп проектов, портфелей и программ.

Primavera Project Planner (P3)— программный продукт, предназначенный для календарно-сетевого планирования и управления с учетом потребностей в материальных, трудовых и финансовых ресурсах. Выполняет функцию центрального хранилища проектов, содержащего все данные расписания, где руководители и планировщики проекта создают единые структуры проекта. Webster for Primavera используется совместно с P3 и позволяет участникам проекта просматривать список своих заданий и обновлять информацию об их выполнении из любой точки земного шара, используя для этого обычный web-браузер. Он обеспечивает доступ к данным проекта через внутрикорпоративную сеть Intranet или глобальную сеть Internet в режиме реального времени. Monte Carlo for Primavera применяется для анализа рисков проекта, ведущихся в P3, и позволяет определять сроки работ и затраты на их выполнение с заданной вероятностью. Primavera Project Planner for the Enterprise (P3e) поддерживает работу в архитектуре клиент-сервер, работает на базе таких реляционных СУБД, как Oracle и Microsoft SQL Server, за счет чего упрощается интеграция системы управления в существующую корпоративную информационную систему предприятия. Поддерживается функция описания и оценки рисков, связанных с проектом. С помощью P3e руководители и команда проекта получают всю ту необходимую информацию, которая позволит сформировать наиболее полную картину всех реализующихся на предприятии проектов.

Primavera P6 Professional Project Management — высокоэффективное программное обеспечение для управления разноплановыми



крупномасштабными проектами любой сложности. Инструменты, входящие в состав этого решения, обладают широким потенциалом и позволяют реализовать любое количество целевых планов. Программа Primavera P6 EPPM - это решение для глобальной расстановки приоритетов, планирования, управления и выполнения проектов, программ и портфелей.

Primavera Unifier — лучшее в своем классе решение, позволяющее управлять капитальными проектами и объектами любого размера на любом вертикальном рынке. С его помощью можно эффективно управлять затратами, документооборотом, графиками, ресурсами, денежными средствами и так далее.

Primavera Analytics — комплексное решение для бизнес-анализа, которое предоставляет сведения о ходе работы с проектным портфелем в Primavera P6 EPPM и Primavera Unifier. Оно позволяет выявить тенденции, определить причины проблем, составить графики и спланировать затраты по всем направлениям деятельности.

Системы Oracle Primavera предлагают решения для строительства и проектирования. Они объединяют проектные команды, процессы и данные, чтобы все синхронизировать, это помогает владельцам и строительным организациям повышать эффективность, преобразовывать данные в аналитику и контролировать сроки проекта, затраты и риски.

## **Раздел VII. Основы сквозной автоматизации управления инвестиционно-строительным циклом**

### **Тема 7.1. Системы автоматизации проектных работ**

#### **Основные понятия**

**САПР** — это программная среда, дословно — система автоматизированного проектирования. Система предназначена для проектирования и черчения в различных областях: архитектуры, механики. Система позволяет также выполнять технологическую подготовку, анализ изделий и технической документацией.

Технология САПР применяется в области архитектуры и строительства зданий, производственных сооружений, дорог, развязок, мостов и других объектов.

Наиболее известное в мире программное обеспечение выпускается компанией Autodesk. На рынке представлено большое количество САПР-программ, позволяющих решать разнообразные задачи. Безусловный лидер среди них — AutoCAD, разрабатываемый компанией Autodesk.

Программа на протяжении десятилетий активно используется не только в странах СНГ, но и во всем мире. Система позволяет проектировать в двумерной и трехмерной среде. Позволяет строить 3D-модели и чертежи в разных срезах.

Система автоматизированного проектирования (САПР, англ. Computer-aided design (CAD))—автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

*Дисциплина «Основы проектирования...» изучается нашими студентами (специальность ПГС). Поэтому в рамках АСУС мы только затронем вопросы, касающиеся взаимодействия САПР и АСУ.*

Проектные организации в настоящее время активно выбирают и внедряют современные программные средства, позволяющие по возможности охватить весь цикл работ — от разработки проектной документации до передачи ее заказчику для дальнейшей эксплуатации. При этом прежние методы работы с данными уже не обеспечивают точности, целостности, актуальности и непротиворечивости данных при сохранении приемлемых временных и материальных затрат. Это обусловлено увеличением сложности проектируемых изделий, значительным ростом объема данных о них, большим количеством участников проектов. В результате часто возникают серьезные проблемы при обмене информацией между участниками работы из-за наличия между ними коммуникационных барьеров.

Если говорить об объектах строительства, то в их единое информационное пространство должны быть включены такие элементы, как проектирование, технические и экономические вопросы эксплуатации, результаты периодического обследования состояния элементов конструкции и

т.д. Объединение столь многообразных данных в единую логическую модель — сложная задача, которая требует специального программного обеспечения.

## **Allplan**

Удачным примером сочетания решения задач САПР и управления строительством может служить система Allplan.

*Allplan — Система автоматизированного проектирования, созданная компанией Nemetschek Allplan Systems GmbH - дочерним предприятием концерна Nemetschek Group.*

*Программный пакет объединяет в себе следующие разделы строительного проектирования: архитектура, конструирование, инфраструктура, дороги, дизайн, оценка стоимости и сметы, строительные объёмы, инженерные системы зданий, генплан, металлоконструкции, железобетонные конструкции. Локализация доступна на 19 языках, в том числе на русском. Реализована связь со сметными системами, используемыми в СНГ и системами расчета конструкций SCAD и ЛИРА. (Википедия)*

Allplan от немецкой фирмы Nemetschek является высокоэффективным решением для архитектурно-строительного проектирования. Эта простая в использовании, логически выстроенная САПР предлагает комплексный подход к черчению и строительному проектированию. На ее основе может быть построено единое информационное пространство для объектов строительства, учитывающее, в том числе, и интересы строителей и эксплуатирующих организаций. Многие архитекторы и проектировщики все чаще выбирают в качестве своего основного рабочего инструмента Allplan.

Allplan — комплексная система проектирования для всех стадий реализуемого проекта — от эскиза до подготовки рабочей документации, объединяющая усилия всех участников работы. При этом могут использоваться проекты, разработанные с помощью таких популярных систем, как AutoCAD, ArchiCAD и MicroStation. Одним из достоинств системы Allplan является соответствие разрабатываемых с его помощью чертежей и спецификаций требованиям ГОСТ и СНиП.

В плане решения поставленной выше задачи аккумуляции всех данных об объекте Allplan интересна тем, что это не просто система проектирования, но еще и база данных, позволяющая хранить большое количество атрибутов как всего объекта, так и отдельных его элементов. В комплект поставки входят библиотеки стандартных элементов, состав которых постоянно пополняется.

В Allplan есть модуль, выполняющий функции управления проектом, — Nemetschek Office. С его помощью можно задавать параметры проекта, вести базу данных его участников, проектировщиков, клиентов, инспектирующих и субподрядных организаций, управлять сроками выполнения его отдельных

частей, финансовыми затратами и т.д. Этот модуль еще более расширяет возможности объединения в едином проекте документов, созданных с помощью различных приложений.

Таким образом, Allplan обладает большинством свойств полноценной PDM-системы и может применяться не только для проектирования, но и на протяжении всего жизненного цикла зданий и сооружений.

Самый свежий проект Allplan 2023 - платформа АЕС для совместного проектирования и строительства.

**Allplan 2023** — это связующая платформа для междисциплинарного сотрудничества между архитекторами, инженерами, заводами по производству сборных железобетонных изделий и строительными компаниями, которая обеспечивает многочисленные инновации и улучшения. В качестве многокомпонентного решения Allplan охватывает все: от кирпичной кладки, монолитного бетона до стальных и деревянных конструкций и, впервые на одной платформе — сборного железобетона. Возможность координировать различные материалы и методы строительства в одной общей модели позволяет архитекторам лучше учитывать экономичное и устойчивое использование строительных материалов раньше и в соответствии с экологическими требованиями. Инженеры и строительные компании могут строить прямо на основе архитектурного проекта и использовать его в качестве основы для структурного анализа и детализации, проектирования инженерных систем, сборных конструкций и строительства. Allplan поддерживает рабочие процессы на протяжении всего процесса от первоначальной идеи до заверченного проекта, что позволяет экономить время, затраты и материалы.

В связи с последними тенденциями Allplan всё больше старается учитывать процесс строительства на этапах проектирования и первоначальной подготовки строительства объектов, поэтому для оборудования стройплощадки предлагается библиотека таких объектов, как краны, насосы, опалубки и другие. Кроме того, некоторые из этих элементов — интеллектуальные, например, краны, которые можно повернуть, укоротить/удлинить их выступы, а также изменить положение грузового крюка, высоту башни и т.д.

## **Гектор**

Примером комплексного решения автоматизации строительного производства может служить программная продукция научно—

производственная фирмы "Гектор". Это известная российская компания, специализирующаяся на оказании научно–технических услуг организациям строительной отрасли. С 1993 года фирма разрабатывает, поставляет и сопровождает компьютерные программы и базы данных, соответствующие типовым решениям по организации и технологии строительного производства.

Программная продукция объединяет чисто САПРовские расчетнографические задачи с задачами составления смет, календарных графиков и что особенно ценно, позволяют разработать полноценные проектные документы - проект организации строительства (ПОС), проект производства работ (ППР) и технологические карты (ТК) на выполнение отдельных работ.

Для решения графических задач в программных модулях используется система AutoCAD или BricsCAD. С помощью САДсистемы выполняются графические построения и формируется выходная документация с использованием баз данных программного комплекса. Решение расчетных задач базируется на применении СУБД и различных математических методов.

Разработка организационно-технологической документации — трудоемкий процесс с высокими требованиями к квалификации специалистов. Разумеется, до полной автоматизации еще далеко, поскольку процесс строительства и реконструкции зданий (сооружений) слишком сложен и многовариантен. Задача автоматизации разработки ПОС и ППР на современном этапе состоит в том, чтобы дать в руки специалисту все необходимые данные и удобные инструменты для решения отдельных задач проектирования, а также инструменты систематизации разработки и накопления знаний.

Важнейшими элементами проекта организации строительства или производства работ являются календарный план и стройгенплан, на основании которых составляются различные ведомости и графики потребления ресурсов. Для составления данных документов проектировщику необходимо выполнить большое количество расчетов и при этом учесть требования множества нормативных документов, которые постоянно изменяются и дополняются.

Таким образом, для подготовки полноценного ПОС или ППР необходим целый набор программ:

- специализированная программа автоматизации подготовки стройгенплана на базе универсального графического редактора;
- программа для управления проектами;

- регулярно обновляемая база нормативно-технологических и справочных документов.

Ядром программного комплекса «Гектор: Проектировщикстроитель» является полный структурированный перечень задач ПОС и ППР с привязанной к ним системой электронно-технического архива. Электронно-технический архив объединяет в единое целое базу нормативно-методической литературы, комплект документов примеров, а также расчетные и графические программные модули автоматизации наиболее важных разделов ПОС и ППР. Программный комплекс позволяет пользователям создать иерархическую структуру проекта для хранения всех необходимых документов, при этом разделы иерархической структуры можно создавать самостоятельно или с использованием предлагаемых разработчиком разделов ПОС и ППР, включая необходимый набор нормативно-методических и справочных документов и модулей автоматизации. В комплект поставки входит более 300 настроенных типовых разделов ПОС и ППР для объектов строительства производственного и непроизводственного назначения. К каждому разделу или задаче прикреплены необходимые нормативные материалы, методики и примеры.

Все модули автоматизации условно делятся на две группы: расчетные и графические. Расчетные программные модули не требуют дополнительно установленных программ и запускаются из электронно-технического архива. А для работы с чертежами необходима установленная программа AutoCAD.

Большинство графических программных модулей предназначено также для проведения расчетов, результаты которых могут быть вставлены непосредственно в чертеж либо выведены в текстовый редактор в готовом виде для переноса в пояснительную записку.

Календарный план является ключевым документом разработки ППР и ПОС, поскольку от качества его разработки в значительной мере зависит успех реализации проекта. Поэтому одними из наиболее важных программных модулей являются две программы календарного планирования: «Календарный план строительства объектов» и «Календарное планирование производства работ».

На ранних (предпроектных) стадиях инвестиционно-строительного цикла составляется календарный план строительства объектов с распределением капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ. Календарный план ПОС определяет очередность возведения объектов, то есть сроки начала и окончания каждого объекта, продолжительность

подготовительного периода и всего строительства в целом. Данный вид плана относится в первую очередь к финансированию строительства и решает вопросы планирования в обобщенном виде. Для составления таких планов используется программный модуль «Календарный план строительства объектов».

Основой проводимых расчетов в программном модуле «Календарный план строительства объектов» служат объекты-аналоги, для которых нормы продолжительности строительства определяются нормативными документами. Кроме того, возможно создание и ведение собственной базы данных объектов, содержащей нормы продолжительности строительства и распределения инвестиций и объемов СМР по периодам строительства.

При составлении календарного плана ПОС учитываются природно-климатические, технологические и организационные условия строительства. Для сложных случаев, когда объекта-аналога подобрать не удалось, в программном модуле реализован расчетный метод определения общей продолжительности строительства объектов.

Календарный план производства работ является неотъемлемой частью ППР, ведь нормальный ход строительства возможен только тогда, когда заблаговременно продумано, в какой последовательности будут вестись работы, какое количество рабочих, машин, механизмов и прочих ресурсов потребуется для каждой работы. Между тем, в строительной практике часто применяются упрощенные методы планирования, когда, например, составляется лишь перечень работ со сроками их выполнения без должной оптимизации. Такое планирование допустимо лишь при решении небольших текущих задач в ходе строительства. При планировании же больших объектов нужна тщательная работа по выбору наиболее целесообразной последовательности строительно-монтажных работ, их продолжительности, числа участников, а также необходим учет множества факторов. Программный модуль «Календарное планирование производства работ» позволяет учитывать все эти параметры и формировать линейные и сетевые календарные графики производства работ. Предусмотрена возможность ввода сроков фактического выполнения работ, что позволяет с одинаковым успехом использовать программный модуль для составления как объектных (обобщенных), так и рабочих календарных планов.

Конечно, календарный план ППР можно составить и вручную. Однако даже с использованием сметно-нормативных баз это является весьма трудоемкой задачей. Поэтому в программном модуле предусмотрен импорт

информации из сметных программ в формате единого блока обмена АРПС. Одновременно предусмотрена возможность подключения любой сметно-нормативной базы данных и/или создание собственной.

В программном модуле реализованы простые и эффективные способы взаимоувязки работ, позволяющие легко и быстро построить сетевую модель. Кроме того, обеспечивается построение многоуровневых календарных планов производства работ, что дает необходимую степень детализации и возможность объединения календарных планов для управления ресурсами на уровне строительной организации.

Выходными документами программного модуля, помимо самого календарного плана, являются графики: потребности в материалах, машинах и механизмах, движения рабочих по объекту и финансирования.

Строительный генеральный план — вторая неотъемлемая часть в ходе разработки ПОС и ППР. Программный комплекс «Гектор: Проектировщик-строитель» предоставляет весьма развитые средства автоматизации чертежных работ, представленные 16 графическими программными модулями.

Графические модули можно запускать не только из электронотехнического архива, но и непосредственно из AutoCAD или BricsCAD.

База данных программного комплекса «Гектор: Проектировщик-строитель» содержит большое количество кранов различных типов (башенных, автомобильных, гусеничных, пневмоколесных и железнодорожных). Для каждого крана могут быть построены виды в разрезе и в плане с обозначением вылета, опасных и рабочих зон, а также график грузоподъемности.

Автоматизированы модули «Земляные работы», «Временные ограждения» и др. Программный комплекс позволяет автоматизировать расчет потребности в инвентарных зданиях и построение на чертеже «бытового городка», нанесение линейных и точечных обозначений, построение временных дорог, расчет временного водо- и электроснабжения, а также другие важные задачи, встающие перед проектировщиком ПОС и ППР.

Что немаловажно система дополнена программными модулями для комплексной автоматизации. Это модули «Гектор: Сметчик – строитель», «Гектор: Календарный план строительства объектов», «Гектор: Склад», «Гектор: Сводный бухучет», «Гектор: МТС» и др.



## Тема 7.2. Системы автоматизированного выпуска смет

### Основные понятия

**Смета** — расчёт (план) предстоящих расходов на осуществление какой-либо деятельности.

**Смета** — это плановый расчет будущих расходов, необходимых для осуществления определенного вида деятельности. Чаще всего сметы применяются в строительстве и при расчете затрат на содержание различных организаций. Существуют сметы на финансирование деятельности какого-либо предприятия, учреждения, на выполнение каких-либо работ (проектных, строительных, отделочных и тому подобное).

**Строительная смета** — документ, в котором вычисляется сумма затрат на проект, расписанная по статьям расходов (заработная плата строительной бригаде, налоги и отчисления по заработной плате, хозяйственные расходы, приобретение комплектующих и прочее).

**Сметная стоимость** — сумма денежных средств, необходимых для осуществления строительства в соответствии с проектными материалами. Сметная стоимость является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчётов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтностроительные и др.) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на стройки, а также возмещения других затрат за счёт средств, предусмотренных сводным сметным расчётом.

**Проектно-сметная документация на строительство (ПСД)** – это раздел ПД, который составляют специалисты с целью определения стоимости постройки зданий и сооружений, различного назначения.

**Сметная программа** – программа для профессионального создания смет в области строительства и ремонтных работ, актов выполненных работ, учёта выплат заработной платы, операций и т.п.

*Со сметными программами наши студенты (специальность ПГС) знакомы по дисциплине «Экономика строительства». Поэтому в рамках АСУС мы только затронем вопросы, касающиеся использования сметных систем для комплексной автоматизации.*

Без сметных систем невозможно создать полноценную АСУС. Смета является основным источником информации для разработки календарного

плана, определяет стоимость выполняемых работ и т.д. Ключевым вопросом является использование данных из смет в задачах календарного планирования, которые чаще всего решаются с помощью программ управления проектами.

### **Обмен информацией между сметными программами и программами управления проектами**

Для обмена данными был разработан формат АРПС.

**АРПС** – это, с одной стороны, Ассоциация Разработчиков Программного обеспечения для Строительства, с другой стороны, это её продукт – формат передачи данных между сметными программами АРПС, значительно упростивший работу сметчиков.

25.07.2000 года был создан и утвержден единый формат АРПС 1.10, который используют все сметные программы. Блок предназначен для передачи информации по локальным сметам и актам выполненных работ (процентовкам). АРПС создавался как текстовый (ASCII) файл с произвольным именем и расширением в кодовой таблице 866 (DOS). Формат блока является открытым. Во всех программах, поддерживающих данный формат, он обычно называется "Единый блок обмена АРПС 1.10" и располагается в меню экспорта/импорта (загрузки/выгрузки и т.п.).

Первая версия блока АРПС 1.10 до сих пор реализуется большинством сметных программ. Главным достоинством формата АРПС 1.10 можно считать корректную передачу основного объема информации по смете (наименование, цена, объем).

На данный момент АРПС - это самый часто используемый и распространенный формат, за исключением передачи смет в формате самой сметной программы.

Формат АРПС 2.0 поддерживают ограниченное количество программ на данный момент. Первыми его создателями и пользователями были разработчики WinSmeta, Гектор, Турбосметчик (Строительный Эксперт 2000), А0, Смета.ру, WinABePC. В данной редакции разработчики устранили достаточно большое количество недостатков. Таких, как: единое обозначение расценок, возможность одним файлом передавать сразу несколько актов и смет, описание дополнительной информации (правда сейчас это уже не так востребовано, по сравнению с временем выхода первой редакции АРПС). Эта редакция также не лишена недостатков.

Разработки единого формата не стоят на месте, так ФГУ ФЦЦС предложил альтернативу: формат ESTML. Стандарт обмена данными сметных расчетов в формате XML (EstML — Estimate Markup Language) является универсальным стандартом обмена информацией между пользователями компьютерных программ расчёта сметной документации. Программный комплекс ГОССТРОЙСМЕТА 2.6 поддерживает работу с форматом EstML. Можно экспортировать сметную документацию в формат EstML, а также импортировать сметную документацию из файла данного формата.

Стандарт обмена данными сметных расчетов в формате XML является открытым и не предназначен для реализации в качестве отдельного коммерческого продукта.

Практически все программы управления проектами прекрасно принимает формат АРПС 1.10, в режиме Импорта.

Скорее всего, проект, созданный из сметы, будет неудобен для отслеживания менеджером. Это связано с большим количеством «мелких» материалов, которые будут загружаться из сметы вместе с основными физическими объемами. Поэтому делаются попытки создание умной полуавтоматической системы фильтрации загружаемых данных.

### **Краткий обзор сметных программ**

Сегодня на белорусском рынке представлено довольно много программных комплексов для создания сметной документации. Все они, на первый взгляд, имеют приблизительно одинаковый функционал. В то же время не каждый программный продукт позволяет легко ориентироваться в большом объеме необходимых данных, оперативно обновляется, поддерживает работу в многопользовательском режиме и обладает мобильностью — без привязки к конкретному компьютеру и операционной системе.

#### **ПО от ООО «Солид Дата» («Программа Синкевича»).**

Комплекс для расчета смет SXW

Программа отличается эффективностью и большой продуктивностью. С помощью нее составляется необходимая сметная документация. Среди преимуществ комплекса выделим: Удобство интерфейса. Значительное число пользователей, установивших ПО. Поддержку базы НРР 2022, 2017, 2012, а также РСН 2006 и 2001. Автообновление в Интернете. У пользователя есть возможность составления документации с использованием полных и обновляемых постоянно нормативных методик расчета и баз данных. Среди прочих преимуществ ПО: Вероятность применения терминального доступа,

посредством настройки сисадминами доступа на сервере компании. Экономия времени и денег. Срок эксплуатации программы неограничен. Интерфейс максимально удобен и понятен каждому: и опытному пользователю, и новичку. Поддержка формата АРПС 1.10 и СiС. Программа позволяет заниматься не только импортом данных из СiС, но и в таком формате выгружать информацию. Это значит, что можно не только производить загрузку сведений от проектировщиков, но и передавать необходимую информацию для пользования остальным программам. Мобильность. Сам комплекс привязывается к USB-ключу, который входит в комплектацию поставки. Для того, чтобы перенести

ПО на другой ПК надо скопировать папку, где размещена программа.

### **Belsmeta.Cloud**

Одна из самых популярных сметных программ называется Belsmeta.Cloud. Ее главная особенность и преимущество — размещение в облаке, что позволяет делать вычисления в любом месте, где есть выход в интернет. Кроме того, данное ПО выбирают по следующим причинам:

1. Обновление в режиме онлайн. Вам не придется самостоятельно отслеживать выход обновлений: как только они будут выгружены в сеть, ПО обновится самостоятельно.

2. Только актуальные базы данных. Программа содержит всю необходимую информацию из нормативных баз НРР-2022, НРР-2017 и НРР-2012.

3. Производительная работа. Главное — иметь под рукой компьютер или планшет с минимальными техническими характеристиками, а быстрое действие вычислений будет зависеть только от скорости интернета.

4. Поддержка всех необходимых сметных форматов СiС, XML, TXT и АРПС 1.10. Готовые сметы можно сохранять и выгружать в удобном формате таблицы XLSX.

Можно работать над сметой целым коллективом с разных устройств — это доступно для клиентов. Не стоит бояться также отключения электричества или резкого выключения компьютера — ваши данные сохраняются автоматически. Приобрести можно как облачный, так и серверный вариант Belsmeta.

### **СМР-Про**

Программный комплекс для определения затрат на производство строительных, ремонтных и монтажных работ "СМР-Про" предназначен для

составления и проверки строительной сметной документации, актов сдачи-приемки выполненных работ, других сопутствующих документов, ведения учетных операций в строительстве (многие знают этот продукт как «Смета БНТУ»). По сути он представляет собой автоматизированное рабочее место работника производственного отдела строительной организации. Использование программы позволяет значительно сэкономить трудозатраты выполнения калькуляционных действий и учетных операций. При этом для работы с ПК "СМР-Про" не требуется длительного обучения, а интерфейс программы интуитивно понятен как опытным, так и начинающим пользователям. Единственное обязательное условие успешного использования ПК "СМР-Про" – это знание основ сметного дела и ценообразования в строительстве.

### **Мисофт:Смета**

Конфигурация "Мисофт:Смета" на платформе "1С:Предприятие 8.1" является тиражным самостоятельным решением, позволяющим в комплексе автоматизировать задачи сметного учета и нормирования в соответствии с текущим законодательством Республики Беларусь. Предназначена для сметного учета и нормирования: в инвесторских организациях, организациях заказчиков, в подрядных строительных организациях и в проектных организациях Республики Беларусь.

Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве» (далее – РНТЦ) двапрограммных комплекса программы для сметных расчетов RSTC.smeta и ABC-РНТЦ. Учитывая, что РНТЦ является законодателем ценовой и нормативной политике в Республике Беларусь, он имеет серьезные конкурентные преимущества.

Он оперативно вносит изменения в свои ПС.

### **Программный комплекс RSTC**

Программный комплекс RSTC.smeta создан для формирования сметной стоимости строительства объектов – цены заказчика (инвестора) с применением сборников нормативов расхода ресурсов натуральном выражении и укрупненных нормативов расходов ресурсов по видам работ (далее - нормативная база) для представителей заказчиков, проектных и подрядных организаций.

Основными его функциями являются:

- расчет локальных смет в текущем уровне цен на дату составления с применением республиканской базы текущих цен на

строительные материалы, изделия и конструкции используемые для определения сметной стоимости строительства и составления сметной документации в текущем уровне цен (далее - база текущих цен),

- формирование объектных смет на дату составления,
- формирование сводного сметного расчета от даты составления до окончания строительства с учетом норм продолжительности строительства с применением прогнозных индексов,
- формирование ведомости объемов и расхода ресурсов.

Для программного комплекса RSTC.smeta оказываются услуги по сопровождению программного комплекса, включающие обновление нормативной базы и ежемесячную актуализацию базы текущих цен.

### **Программный комплекс АВС-РНТЦ**

Программный продукт, предназначенный для разработки комплектной сметной документации к строительным проектам, позволяющий выполнять экономическую оценку принятых проектных решений с позиций стоимости действующими методами ценообразования в строительстве, оценку потребных ресурсов для строительства, потребного оборудования и объемов работ в различных номенклатурах.

Программный комплекс АВС-РНТЦ разработан при сотрудничестве с ООО НПП «АВС-Н» (РФ). Он предназначен для согласованной работы с программными решениями от «АВС-Н». Благодаря этому возможно создание интегрированной среды разработки из программных решений, охватывающих все этапы жизненного цикла строительства.

### **Система АВС**

Система АВС предназначена для разработки сметной и ресурсной документации всеми участниками инвестиционного процесса: проектными, подрядными организациями и заказчиками строительства.

В системе АВС реализованы алгоритмы определения стоимости строительных работ, отражающие методические положения стран СНГ и обеспечивающие работу с различными валютами и масштабами цен.

Собственная интеллектуальная экспертная система позволяет сметному специалисту вести работу со сметными нормативами в интерактивном режиме, что значительно сокращает время на поиск и выбор нужных сметных технологий.

Работа базы знаний опирается на штатные инструменты программного комплекса АВС и по этой причине может использоваться как в автономном режиме, когда пользователь вводит все инженерные сведения вручную, так и в автоматизированном, при котором система получает инженерные сведения напрямую из BIM-модели.

База знаний является основным компонентом интеграции с BIM-системами и позволяет решить задачу разработки сметного раздела с использованием BIM автоматизированным способом.

В программном комплексе АВС реализовано множество инструментов, значительно расширяющих функционал программы и максимально упрощающих работу пользователя, например модуль “Стройки”, выступающий в качестве основного интерфейса, в котором пользователь в удобном режиме ведет работу со сметами, объектами, стройками и сводными документами; подсистема “Экспертиза”, позволяющая самостоятельно проверить смету на соответствие расценок нормативной базе; “Учет выполнения” – встроенная в АВС подсистема, предназначенная для учета выполнения строительных работ и т.д.

Программный комплекс АВС-АККОРД предназначен для разработки проектов организации строительства, проектов и планов производства строительных работ (ПОС и ППР). Среда разработки тесно интегрирована со сметным программным комплексом АВС и с рядом других сметных программ. В качестве исходной информации для разработки ПОС и ППР в АВС-АККОРД используются результаты расчёта локальных смет, что позволяет полностью автоматизировать процесс наполнения проекта входной информацией. Комплекты выходной документации соответствуют существующим нормативным документам и позволяют не только получить детальную информацию для управления проектом, но и решить ряд смежных задач – логистические, организационные, финансовые.

В программном комплексе АВС-АККОРД реализованы все современные представления об управлении проектами (Project Management). С особым вниманием были проработаны и реализованы особенности строительного производства и учтены требования системы строительного документооборота.

Программный продукт АВС-АККОРД предназначен для разработки проектов и планов производства работ на строительных объектах. Разработка АККОРДа выполнена коллективом разработчиков системы АВС с целью обеспечения возможности управления процессом строительства на основе классических принципов менеджмента (Project Management).

ABC-AKKOPD аккумулировал в себе многолетние наработки авторского коллектива ABC в области организации и управления строительным производством.

Этот программный продукт обеспечивает разработку оптимальных планов производства работ и призван повысить качество организационных и управленческих решений в строительном производстве.

Решение задачи оптимального планирования обеспечивает подрядчику строительства весьма значительное снижение трудозатрат и сокращение сроков на этапе планирования производства работ с одновременным улучшением качества принимаемых организационных и управленческих решений.

Компания ABC-N проводит интеграцию с известными BIM-платформами. Интеграция осуществляется посредством плагина ABC. Плагин каждой BIM-системы адаптирован под ее интерфейс и особенности.

Сметные решения хранятся в модели в параметрическом виде и могут изменяться в зависимости от параметров элементов модели.

Связь элемента BIM-модели со сметной средой формализуется в виде отдельного свойства, которое является ссылкой на конкретное правило применения сметных нормативов.

Экономические сведения помещаются непосредственно в модель и изменяются вместе с ней, в любой момент, давая на выходе сметную оценку.

Обеспечивается возможность рассматривать элементы модели не только с инженерной точки зрения, но и точки зрения стоимости. Средства интеграции позволяют мгновенно получить информацию о стоимости как всей модели, так и отдельных её частей, конструкций, этажей, секций, отдельных инженерных решений и т.д.

На основе одной и той же модели можно получать все требуемые сметные оценки. Интеграция обеспечивает формирование смет как на основе российских сметных нормативов (ГЭСН, ФЕР, ТЕР, ТСН, НЦКР), так и стран СНГ (Казахстана и Беларуси), а также с использованием фирменных сметных нормативов.

### **«Помощник инженера-сметчика» (Программа Дмитрия Татарникова)**

Из «недорого ПО» можно порекомендовать сметный программный комплекс «Помощник инженера-сметчика», который разработан для методик расчёта стоимости строительства, действующий в Беларуси Программный комплекс предназначен:



- Для составления любого комплекса сметной документации на строительство

- Для проверки строительной сметной документации

- Для документального сопровождения объектов строительства

Для учёта стоимости и объёмов выполненных строительных работ и объёмов ресурсов на выполненные работы

Программный продукт обеспечен полным комплексом функций и нормативно-технической информации, необходимой для полноценной работы в области ценообразования в строительстве:

- Начинающим пользователям - предоставит простые и доступные методы составления сметной документации

- Опытным – широкие функциональные возможности

- Мелким строительным организациям – простое и быстрое составление однотипных актов выполненных работ

- Крупным – возможности по совместной работе нескольких инженеров с единой базой выполнений и учёту субподрядных выполнений

- Проектным организациям – полный комплекс возможностей по формированию сметной документации

- Заказчикам – получение данных в электронном виде

- Контролирующим организациям – системы по учёту выполненных работ и проверки исходных данных

- Основной задачей при разработке программы ставится требование по простоте её использования. Узко специализированные и редко используемые функции «спрятаны», чтобы не мешали Вам в повседневной работе. При этом программа обеспечена широчайшими возможностями и настройками по составлению сметной документации и учёту и отслеживанию объёмов выполненных работ, что успели оценить пользователи программного продукта.

- Большинство элементов управления программы имеют подсказки, что позволяет легко ориентироваться в программе.

Накопленный опыт позволил создать простую и эффективную систему составления сметной документации.

- Возможность применения в актах выполненных работ собственных (не связанных с нормативами) материалов позволяет значительно упростить составление актов на мелкие специализированные работы.

- Дружественный интерфейс поможет Вам в короткие сроки стать специалистом в сметном деле.

Бесплатная сметная программа Smeta-OnLine является значительно упрощённой версией основной программы. Программа построена на использовании всех нормативных данных из "облака".

Программа Smeta-OnLine идеально подходит для организаций и частных лиц, которым не имеет смысла приобретать полноценный программный продукт из-за малых или эпизодических объёмов работ подлежащих документальному оформлению, а также для обучения и проверки актов выполненных работ. Программа является полноценным инструментом для составления смет и актов выполненных работ на строительные работы. Программа обеспечена базами нормативов расхода ресурсов НРР-2017 и НРР-2022, а также республиканской базой цен на ресурсы за последние 6 месяцев.

Программа не требует установки и использует нормативную базу, размещённую на этом сайте через Internet.

Сохранение данных выполняется в "облако" Естественно, сметы и акты, сохранённые в программе Smeta-OnLine полностью совместимы с основной программой «Помощник инженера-сметчика», что позволят легко обмениваться сметными данными между программами.

Программа позволяет выполнять формирование и печать смет, актов выполненных работ по форме С-2а, контрактов, а также ряд других отчётов.

**Анализ основных программ для расчёта стоимости строительства в РФ**

В исследовании сравнивались следующие сметные программы: Гранд-смета, Smeta.ru, Госстройсмета, Турбо-сметчик (Строительный эксперт), SmetaWizard, Смета-Багира, РИК, Арос, Гектор, А0, Сметный калькулятор, Адепт. В анализе использовалось множество параметров, затрагивающих удобство установки и обновления программ, наличие дистрибутивов в открытом доступе, степень защиты, возможность выгрузки данных в 1С, импорт из различных форматов, распечатку данных, удобство использования программ и скорость их работы. Кроме того, исследовался уровень популярности программ (связав со статистикой пользователей и количеством продаж), наличие представителей в регионах, стоимость приобретения лицензионной версии, её владения и наличие скидок и акций. Было затронуто и наличие справочной информации и возможность обучения работе в программах на курсах и вебинарах.

#### **Рейтинг (неофициальный)**

- **Программа Смета.ру** набрала 18 баллов! Это наилучший результат. Программа обладает отличным

функционалом на все случаи жизни, и разработчики программы не стесняются об этом сообщать на своем сайте. Программа получила наибольшее распространение в Московском регионе, однако ей пользуются во всех регионах Российской Федерации и за ее пределами.

- ПК «ГРАНД-Смета» • «ГОССТРОЙСМЕТА-3» •
- «ГЕКТОР:Сметчик-строитель» • «АРОС-Лидер» •
- Программа «Смета-Багира» • «ТУРБО сметчик» • ПК
- «РИК» • SmetaWIZARD

### **Тема 7.3. Программные средства, применяемые в обосновании инвестиций**

#### **Основные положения**

Обоснование инвестиций – часть предпроектной (предынвестиционной) документации, разрабатываемая на реконструкцию и модернизации имеющихся объектов либо возведение новых (с выделением либо без земельного участка).

Основная задача обоснования инвестиций в строительство и технико-экономического обоснования инвестиционного проекта – ответить на вопрос

«Возможна ли реализация проекта в представленных условиях», получить данные, необходимые для ответа на вопрос «Стоит ли реализовывать проект в том виде, в котором он изначально задуман». Она необходима как точка опоры при принятии серьезных технических, финансовых и юридических решений еще до начала проектирования.

ТКП 45-1.02- Предынвестиционная стадия включает:

- разработку предпроектной документации, необходимой в целях архитектурной и инженерной подготовки к реализации инвестиционного проекта в строительстве;
- финансовую и экономическую оценку инвестиционного проекта;
- подготовку и выдачу комплекта разрешительной документации на проектирование, возведение, реконструкцию и/или реставрацию объектов строительства.

СП 1.02.\_ - 2022/ПРСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА.

5.3.1.1. Разработка обоснований инвестиций предназначена для:

- принятия инвестиционного решения по результатам

предпроектных исследований;

- проведения социологических исследований и анализа общественного мнения о возможности сооружения объекта;
- разработки бизнес-плана в соответствии;
- разработки задания на проектирование.

5.3.1.2. Обоснование инвестиций осуществляется при положительном результате рассмотрения местным исполнительным и распорядительным органом декларации о намерениях Разработка обоснований инвестиций для объектов реконструкции осуществляется при наличии у Заказчика технического заключения о результатах обследования технического состояния зданий, сооружений, инженерных систем зданий в соответствии с ТКП 45-1.02-104.

5.3.1.3. При разработке обоснований инвестиций обобщаются и уточняются результаты предшествующих исследований, уточняются требования собственников объектов недвижимости и (или) эксплуатационных организаций к эксплуатационной надежности и степени комфортности систем инженерного оборудования, проводятся (при необходимости) дополнительные исследования, детально прорабатываются выбранные при формировании инвестиционного замысла технические, инженерные,

дизайнерские и иные решения, необходимые для достижения целей и результатов Инвестора, проводятся финансово-экономические расчеты по расчету эффективности инвестиций и экономической целесообразности инвестиций.

### **Project Expert**

Project Expert – лучшая в своём классе программа, ставшая, благодаря своим возможностям, стандартом для бизнес-планирования и оценки инвестиционных проектов в России, странах СНГ и Балтии.

Аналитическая система Project Expert — программа позволяющая «прожить» планируемые инвестиционные решения без потери финансовых средств, предоставить необходимую финансовую отчётность потенциальным инвесторам и кредиторам, обосновать для них эффективность участия в проекте.

Незаменим для создания и выбора оптимального плана развития бизнеса, проработки финансовой части бизнес-плана, оценки инвестиционных проектов.

Позволяет моделировать деятельность различных отраслей и масштабов — от небольших венчурных компаний до холдинговых структур. Программа широко используется для финансового моделирования и разработки бизнес-планов производства и оказания услуг в банковском бизнесе, телекоме, строительстве, нефтедобыче и нефтепереработке, транспорте, химии, перерабатывающей и лёгкой промышленности, машиностроении, аэрокосмической отрасли, энергетике.

Project Expert существенно облегчает процесс бизнес планирования. С помощью Project Expert исходные данные о планируемой операционной деятельности, обеспечивающих ее реализацию вновь создаваемых активах и привлеченных для их финансирования средствах автоматически преобразуются в:

- прогнозную финансовую отчетность: отчет о движении денежных средств, баланс, отчет о прибылях и убытках,
- таблицы прогнозных финансовых показателей, показателей эффективности инвестиций
- итоговые отчеты бизнес плана.

Результаты моделирования деятельности предприятия отражаются в финансовых отчетах: Отчет о прибылях и убытках, Баланс, план денежных потоков Cash-Flow.

Project Expert формирует также таблицы показателей эффективности инвестиций и финансовых показателей, включающие следующие группы данных: показатели ликвидности, показатели рентабельности, показатели деловой активности, показатели устойчивости, инвестиционные критерии, показатели эффективности инвестиций (дисконтированные Cash-Flow критерии).

Система Project Expert позволяет вам в течение небольшого времени разработать финансовую модель компании. Для описания проекта и компании вам потребуется ввести следующие исходные данные: дату начала и длительность проекта, перечень планируемых к выпуску продуктов и услуг, многоуровневую структуру компании вплоть до каждого подразделения и товара.

Предынвестиционная и инвестиционная фазы любого проекта требуют тщательной проработки графика работ, объема необходимых инвестиций. Для этого Project Expert формирует план первоначальных капитальных вложений и подготовительных работ - диаграмму GANTT.

Система достаточно гибко подходит к представлению данных о проекте, позволяя либо увязывать все этапы инвестиционной и дальнейшей операционной деятельности, либо описывать эти стадии проекта независимо. Интерфейс раздела хорошо знаком тем, кому уже приходилось работать с такими системами управления проектами, как MS Project или Primavera SureTrack.

Программа помогает определить этапы работ и установить взаимосвязи между ними, указать используемые ресурсы, необходимые для выполнения этих этапов, порядок их оплаты, капитализировать сделанные инвестиции.

Если этапы подготовки производства связаны с постройкой зданий, приобретением оборудования, земли или других основных средств, Project Expert позволяет вам выбрать способы и сроки их амортизации: по производству, линейно, по остаточной стоимости, по схеме. В системе предусмотрен учет переоценки активов, их реализации, а также дополнительных инвестиций.

В ходе финансового моделирования деятельности предприятия и инвестиционного проекта необходимо учесть влияние факторов внешней среды: налогового окружения, инфляции, колебаний курсов валют, используемых предприятием для денежных расчетов.

С аналитической системой Project Expert вы легко описываете финансово-экономическую среду, в которой планируется реализация проекта, а также прогнозируете изменения экономического окружения.

Любой инвестиционный проект, бизнес план предприятия неосуществимы без решения проблемы финансирования. В программе Project Expert заложена возможность моделирования и выбора схемы финансирования. Какие денежные средства потребуются на различных этапах реализации проекта? Потребность в капитале определяется на основании данных, отображаемых в Отчете о движении денежных средств (Cash-Flow).

По сути дела, Cash-Flow является основным документом, предназначенным для определения потребности в капитале, выработки стратегии финансирования предприятия, а также для оценки эффективности использования капитала.

Сформировать стратегию финансирования проекта можно с использованием заемного и акционерного капитала, лизинга, государственного финансирования. Помимо определения объемов потребуется выбирать условия и параметры финансирования. Предусмотрено использование различных комбинаций этих способов. Преимущество Project Expert состоит в том, что потребность в капитале определяется с учетом инфляции и может быть своевременно откорректирована. Это позволяет избежать ошибок в планировании инвестиций.

После того как Project Expert сформирует прогнозные финансовые отчеты о результатах деятельности предприятия: отчет о прибылях и убытках, баланс, отчет о движении денежных средств, - автоматически производится расчет планируемых финансовых показателей и показателей эффективности инвестиций. Project Expert позволяет провести проектный анализ в полном объеме и предоставляет апробированную методологию. Помимо оценки эффективности инвестиционных проектов на основе интегральных показателей программа обеспечивает:

- анализ чувствительности
- анализ безубыточности
- сценарный анализ

Вы также можете создать в системе собственные аналитические таблицы, внести дополнительные показатели и применять к ним необходимые методы анализа.

Как оценить влияние ряда неопределенных факторов: инфляции, курса валют, цен поставщиков и других? Имитационная модель денежных потоков

обеспечивает возможность проведения анализа проекта с учетом рисков и неопределенностей его выполнения. Мощное, оптимизированное вычислительное ядро системы, способное производить тысячи пересчетов проекта, позволяет использовать для такого моделирования более эффективный, чем упрощенный однопараметрический метод анализа чувствительности, метод МонтеКарло. В Project Expert оценивается степень воздействия случайных факторов на показатели эффективности инвестиций в проект. Вы определяете, какие факторы рассматривать как неопределенные, указываете допустимый диапазон случайного изменения значений для каждого из них, задаете количество пересчетов проекта со случайными значениями указанных факторов. В качестве факторов стоит выбрать некоррелирующие между собой показатели, например, или цену или объем продаж отдельных продуктов, ставки налогов, статьи затрат, объемы капитальных вложений и другие исходные данные проекта. Далее Project Expert позволяет вам проанализировать полученную совокупность результатов статистическими методами, и вы определяете степень риска, связанную с реализацией проекта. При использовании неопределенных данных вы получаете не только оценку эффективности проекта, но и возможный интервал ее колебаний, количественные характеристики неопределенности и устойчивости проекта.

Одним из способов обоснования участия в проекте для инвесторов является оценка возможности выхода из него как на периоде прогнозирования проекта, так и в дальнейшем. Как в этом случае изменится стоимость пакета акций или доли участника? Сделать это позволяет «Оценка стоимости бизнеса». Пользователь Project Expert может применять доходные методы: метод дисконтирования денежных потоков для оценки стоимости бизнеса на различные моменты проекта, на прогнозном и на постпрогнозном периодах.

Для оценки стоимости на постпрогнозном периоде в программе реализованы пять методов: модель Гордона, метод чистых активов, ликвидационной стоимости, предполагаемой продажи, экспертной оценки.

Project Expert позволяет вам контролировать ход выполнения проекта путем актуализации данных. В систему можно ввести актуальные данные о фактических поступлениях и выплатах и просмотреть актуализированный отчет о движении денежных средств. При работе с системой контролируется соответствие планируемого и фактического объема продаж, планируемых и фактических затрат, сумм прибыли, налоговых отчислений и т. д. В результате сравнения исходных и реальных данных автоматически формируется таблица



рассогласования движения денежных средств, и вы вносите необходимые коррективы. Осуществить сравнение планового и фактического вариантов проекта можно в модуле What-if @ Plan-Fact.

Часто необходимо подготовить краткое заключение по результатам проведенного анализа. Это удобно реализовано в Project Expert. Система автоматически формирует ряд экспертных заключений, включая заключение по анализу безубыточности. К тому же реализованный в системе механизм позволяет не только использовать встроенные заключения, но и самостоятельно создавать по результатам анализа проекта шаблоны для собственных экспертных заключений, используя для этого все итоговые и дополнительно вводимые данные.

В результате использования современных инструментов для работы с инвестиционными проектами можно получить стратегическое преимущество в получении кредитов, привлечении инвестиций, выборе партнеров по бизнесу и в создании планов перспективного развития предприятия.

## **Раздел VIII. Системы обоснования и поддержки принятия решения**

### **Системы поддержки принятия решений (СППР)**

компьютерные автоматизированные системы, целью которых является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях, для полного и объективного анализа предметной деятельности. Они базируются на теории принятия решений, которая является научным направлением, включающим методологию выбора альтернатив, основанную на использовании методов многокритериальной оптимизации.

СППР возникли в результате слияния управленческих систем, информационных систем и систем управления базами данных. В СППР используются разные методы: информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование и др. Некоторые из этих методов были разработаны в рамках искусственного интеллекта. Близкие к СППР классы систем – это экспертные системы и автоматизированные системы управления.

### **Понятие искусственного интеллекта (ИИ) и направления использования**

Интеллект (от лат. *intellectus* — ум, рассудок, разум; мыслительные способности человека) — это способность мозга человека решать интеллектуальные задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам.

Четкого и однозначного определения понятия «искусственный интеллект» (ИИ; *artificial intelligence, AI*) нет. Под ним понимают свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека. ИИ как наука исследует технологии создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.

Применение ИИ позволяет повысить эффективность умственного труда человека. К интеллектуальным относятся слабоструктурированные задачи, для которых исходные параметры и связи между ними известны частично. Например, принятие решение о репрофилировании предприятия, оценка финансового состояния предприятия, и т.п.

Характерные черты слабоструктурированных задач:

- параметры задачи не могут быть заданы полностью в числовой форме;
- целевую функцию нельзя выразить в точных терминах;
- не существует четкого алгоритмического решения задачи;
- исходные данные отличаются неоднозначностью, избыточностью и противоречивостью;
- ресурсы (время, память), используемые для решения задачи, ограничены.

Основные направления использования искусственного интеллекта:

- разработка естественно-языковых интерфейсов — исследование методов и создание систем, обеспечивающих общение человека с компьютером на естественном языке (голосом, жестами, взглядом);
- машинный перевод — создание систем для перевода текстов с различных языков с применением лингвистических, статистических методов и методов теории вероятности;
- генерация и распознавание речи — разработка систем речевого общения, позволяющих повысить скорость ввода информации, разгрузить зрение и руки человека;
- обработка визуальной информации — разработка систем обработки, анализа и синтеза изображений;

- обучение и самообучение — накопление и формирование знаний с использованием процедур анализа и обобщения данных;
- распознавание образов — идентификация объектов на основе применения специального математического аппарата;
- разработка интеллектуальных роботов для выполнения операций по достижению поставленных целей;
- обработка символьной информации — создание языковых средств, ориентированных на обработку текстовой информации и знаний;
- проектирование компьютеров, ориентированных на обработку символьной информации.

### **Классификация систем ИИ**

**Система искусственного интеллекта (СИИ)** – автоматизированная информационная система, предназначенная для решения слабо структурированных задач, для которых алгоритм решения не известен заранее. СИИ представляет собой комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств для поддержки деятельности человека при решении интеллектуальных задач.

Виды СИИ:

- системы эвристического поиска. Находят решение через перебор возможных вариантов, отсекая неперспективные. Они используются в ситуациях, когда проблема может либо не иметь точного решения из-за неопределенности в постановке задачи и (или) в исходных данных, либо иметь точное решение, но стоимость его поиска может быть слишком высокой. К таким системам относятся: игровые программы; естественно-языковые программы (машинный перевод, автоматическое реферирование, генерация текстов, прозаические и поэтические тексты); музыкальные программы (сочинение и анализ музыкальных произведений, имитация исполнительского стиля); программы создания компьютерной графики;
- системы, основанные на знаниях. Реализуют механизм рассуждений на основе знаний эксперта из базы знаний. К ним относятся:
  - системы интеллектуального анализа данных (В1-системы, OLAP-системы);
  - экспертные системы (ЭС), оказывающие помощь пользователю при решении задачи в какой-либо предметной области;

- системы поддержки принятия решений (СППР), позволяющие принимать решения по управлению объектами и процессами в сложных условиях с применением моделей человеческого мышления и поведения (например, выработка и принятие решений по устранению внештатной ситуации на борту космического корабля);

- интеллектуальные агенты, позволяющие оперативно получать информацию из различных информационных систем и сетей и решать интеллектуальные задачи специального назначения;

- интеллектуальные информационно-поисковые системы, формирующие ответы на запросы пользователя, не умеющего четко сформулировать задание;

- обучающие системы (тьюторы), организующие процесс обучения;

- интеллектуальные системы с нечеткой логикой, решающие задачи с недостоверной и неполной информацией об исследуемых объектах, процессах и явлениях окружающего мира с помощью метода нечеткой логики и позволяющие формализовать нечеткие знания и обрабатывать их;

- системы управления знаниями, обеспечивающие поиск, анализ, распространение, использование и обработку знаний;

- онтологические системы, обеспечивающие поиск, извлечение и накопление знаний, получаемых из различных систем и сетей, главным образом из сети Интернет;

- самоорганизующиеся системы. Моделируют мыслительную деятельность не на логическом, а на физиологическом уровне работы нервной системы головного мозга человека. К этой группе относят:

- системы распознавания образов, применяемые для идентификации лиц, наземных объектов (по результатам аэрофотосъемки из космоса), подписей, при обработке сверхбольших объемов данных (Big data) и др.;

- робототехнические интеллектуальные системы, имитирующие человеческое восприятие окружающего мира и автоматизирующие человеческий труд во вредных и опасных условиях его деятельности;

- генетические системы, базирующиеся на концепциях естественного отбора и использующие механизм генетического наследования в природе.

## **Базы знаний**

**База знаний (knowledge base)** - семантическая модель, описывающая предметную область, и позволяющая отвечать на такие вопросы из этой предметной области, ответы на которые в явном виде не присутствуют в базе.

База знаний (БЗ) включает один или несколько специальным образом организованных файлов, хранящих систематизированную совокупность понятий, правил и фактов, относящихся к некоторой предметной области. Например, БЗ в области медицины содержит накопленные медицинскими специалистами сведения о связях между болезнями, их симптомами и порождающими причинами, описания стереотипных ситуаций при течении болезни и рекомендуемых или предпринятых лечебных действиях и их результатах и т. п.

Содержимое БЗ оформляется, связывается между собой и представляется таким образом, чтобы на его основе можно было с помощью специальных программ рассуждать и делать выводы, получая сведения, которые в явном виде могут не присутствовать в базе знаний. Так, на основе базы знаний в области медицины разрабатываются диагностические и прогнозирующие медицинские системы.

### **Модели представления знаний**

Модели представления знаний предметных областей отражают сущность изучаемых процессов, явлений, объектов и позволяют достичь высокой эффективности решаемых задач.

В БЗ экспертных систем используются три основных типа моделей представления знаний:

- неформальные;
- формальные;
- интегрированные.

К неформальным моделям представления знаний относятся:

- продукционные модели;
- семантические сети;
- фреймовые модели.

К формальным относятся модели, построенные на основе исчисления высказываний и исчисления предикатов. Интегрированные совмещают в себе модели разных типов.

### **Продукционная модель**

Наибольшее распространение на практике получила продукционная модель.

Термин «продукция» был введен американским логиком Е. Постом в 1940-х годах.

**Продукционная модель** - модель, основанная на представлении знания в виде правил «Если (условие), то (действие)».

Под «условием» понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под «действием» - действия, выполняемые при успешном исходе поиска.

При использовании продукционной модели в экспертной системе исходные факты (данные) хранятся в базе фактов, а набор правил - в базе знаний. На основе базы фактов запускается машина вывода или интерпретатор правил.

Машина вывода выполняет две функции:

- просмотр фактов из рабочей памяти (базы фактов), правил из базы знаний и добавление, по мере возможности, в рабочую память новых фактов;
- определение порядка просмотра и применения правил.

В большинстве продукционных систем механизм вывода представляет собой небольшую по объему программу и включает два компонента - компонент вывода и управляющий компонент.

Действие компонента вывода основано на применении правила, называемого *modus ponens*: Если известно, что истинно утверждение А и существует правил вида «Если А, то В», тогда утверждение В также истинно.

Правила срабатывают, когда находятся факты, удовлетворяющие их левой части: если истинна посылка, то должно быть истинно и заключение.

Управляющий компонент определяет порядок применения правил и выполняет четыре функции:

- сопоставление - образец правила сопоставляется с имеющимися фактами;
- выбор - если в конкретной ситуации может быть принято сразу несколько правил, то из них выбирается одно, наиболее подходящее по заданному критерию;
- срабатывание - если образец правила при сопоставлении совпал с какими-либо фактами из рабочей памяти, то правило срабатывает;

- действие - рабочая память подвергается изменению путем добавления в нее заключения сработавшего правила. Если в правой части правила содержится указание на какое-либо действие, то оно выполняется.

Интерпретатор правил работает циклически. В каждом цикле он просматривает все правила. Если несколько правил успешно сопоставлены с фактами, то интерпретатор производит выбор по определенному критерию единственного правила, которое срабатывает в данном цикле - факты, образующие заключение правила, заносятся в рабочую память. Если же в заключение правила входит название какого-нибудь действия, то оно выполняется.

Продукционная модель чаще других применяется в промышленных экспертных системах. Ее достоинства: наглядность, высокая модульность, легкость внесения дополнений и изменений, простота механизма логического вывода.

Недостаток модели состоит в том, что при накоплении достаточно большого числа (порядка нескольких сотен) продукций (правил) они начинают противоречить друг другу.

Имеется большое число программных средств, реализующих продукционный подход. Среди них экспертные системы ЭКСПЕРТ, ЭКО и др.

### **Модель «семантическая сеть»**

Семантическая сеть реализует идею о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений между ними).

Модель представления знаний в виде семантической сети была предложена американским психологом М.Р. Квиллианом в 1966 г.

**Семантическая сеть** - это ориентированный граф, вершинами которого являются понятия, а дугами - отношения между ними.

В качестве понятий выступают абстрактные или конкретные объекты.

Наиболее часто используется механизм вывода, основанный на наследовании свойств от класса объектов к его представителям.

Также часто в семантических сетях используются следующие отношения:

- связи типа “часть-целое ” (например, “класс-подкласс”, “элементмножество” и т.п.);
- функциональные связи, определяемые обычно глаголами

(производит, влияет др.);

- количественные (>, <, = и др.);
- пространственные (далеко от, близко от, за, под, на и др.);
- временные (раньше, позже, в течение и др.);
- атрибутивные (иметь свойство, иметь значение и др.);
- логические (и, или, не);
- лингвистические и др.

Поиск решения в базе знаний типа семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего некоторой подсети, отражающей поставленный к базе запрос.

Пример семантической сети показан на рисунке 8.1:

## Пример простейшей семантической сети

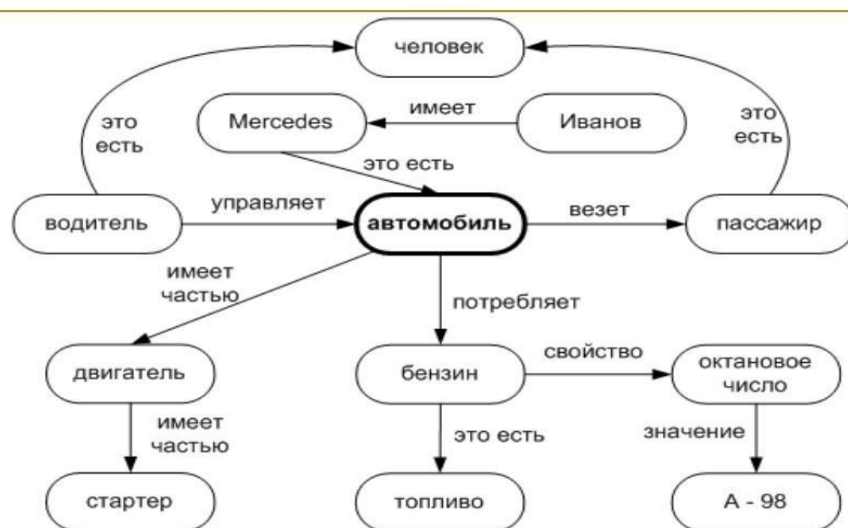


Рисунок 8.1.

В настоящее время аппарат семантических сетей широко используется в практике представления знаний. Его достоинствами являются:

- большие выразительные способности;
- естественность и наглядность системы знаний, представленной графически;
- близость структуры сети знаний семантической структуре фраз естественного языка.

К недостаткам относят:

- неоднозначность описания;



- отсутствие формального аппарата установления противоречивости описания;
- трудность внесения изменений;
- сложность организации процедуры поиска вывода на семантической сети.

Для реализации семантических сетей существуют специальные сетевые языки, например, NET, SIMER+MIR и др. Широко известны экспертные системы, использующие семантические сети в качестве языка представления знаний, - PROSPECTOR, CASNET, TORUS.

### **Фреймовая модель**

Термин «фрейм» (каркас, рамка, структура) используется в теории представления знаний фреймами, которая была разработана М. Минским в 1975 г. В ее основе лежит восприятие фактов посредством сопоставления полученной извне информации с рамками, определенными для каждого объекта в памяти человека.

**Фрейм** - это структура данных, содержащая минимально необходимую информацию для описания класса объектов (явлений или процессов), которая однозначно определяет эти объекты.

Описание обладает тем свойством, что удаление из него любой его части приводит к потере свойств, определяющих суть объектов.

Фрейм можно воспринимать как формализованную модель для отображения образа. Модель фрейма достаточно универсальна. Она позволяет отобразить все многообразие знаний о мире через:

- фреймы-структуры, использующиеся для обозначения объектов и понятий (например, заем, залог, вексель);
- фреймы-роли (например, студент, менеджер, кассир, клиент);
- фреймы-сценарии (например, банкротство, собрание акционеров);
- фреймы-ситуации (например, рабочий режим устройства, тревога, авария).

Различают фреймы-образцы, хранящиеся в базе знаний (они содержат знания, общие для всех частных случаев), и фреймы-экземпляры, которые

создаются для отображения реальных фактических ситуаций на основе поступающих данных (они содержат знания, отличающие частный случай от общего).

Любой фрейм, представляющий образ, содержит набор атрибутов - **слотов**.

Каждый слот имеет имя, уникальное в рамках конкретного фрейма. Если слотам присвоены значения, то это будет фрейм-экземпляр. В качестве его примера приведем фрейм-экземпляр «Лекция»

(табл. 8.1.):

Таблица 8.1.

Лекция	
ПРЕД- МЕТ	Информатика
ЛЕКТОР	Крылов И.И.
АУДИТОРИЯ	403
СЛУШАТЕЛИ	107

В данном примере Лекция - название фрейма; ПРЕДМЕТ, ЛЕКТОР, АУДИТОРИЯ, СЛУШАТЕЛИ - слоты; Информатика, Крылов И.И., 403, 107 – значения слотов. Кроме того, фрейм может содержать процедуры, которые будут выполняться при определенных условиях (например, при записи или удалении информации из слота). С каждым слотом может быть связано любое количество процедур. Процедуры, связанные с определенным слотом фрейма, зависят от предметной области, использующей фреймовые структуры для представления знаний.

Основные преимущества фреймов как модели представления знаний:

- обеспечение хорошего соответствия реальной действительности,
- эффективная реализация процедур вывода,
- возможность образования сети фреймов, что влечет большую экономию памяти компьютера из-за наследования свойств фреймов более высоких уровней во фреймах более низких уровней.

К недостаткам относят следующее:

- отсутствует формальная теория вывода;

- сложно осуществлять на фреймах представление временных процессов;

- каждый фрейм - достаточно сложный фрагмент знаний и удаление или включение нового фрейма в систему знаний предметной области представляет собой весьма трудоемкую процедуру.

Широко известны такие фрейм-ориентированные экспертные системы, как

ANALYST, МОДИС, TRISTAN, ALTERID.

### **Системы поддержки принятия решений**

Под системой поддержки принятия решений будем понимать интерактивную интеллектуальную ИС, предназначенную для поддержки многокритериальных решений в сложной информационной среде.

При этом сложность информационной среды выражается неполнотой, неоднозначностью, некорректностью данных, наличием как количественных, так и качественных показателей.

Особенности СППР:

- учитывает личные предпочтения лица, принимающего решения, его субъективное видение проблемы в отличие от ЭС, которая опирается на знания экспертов в конкретной предметной области;

- не требует от конечного пользователя высокой квалификации в области аналитики;

- предлагает возможные альтернативы решений;

- дает возможность выработки вариантов решений в неожиданных, для лица принимающего решения (ЛПР), ситуациях;

- ориентирована на решение слабо структурированных задач;

- в ее работе сочетаются традиционные методы обработки данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;

- обладает высокой адаптивностью, что позволяет приспособливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя;

- предоставляет возможность интерактивного генерирования моделей в результате диалога с пользователем.

СППР решает две основные задачи. Во-первых, выбор наилучшего решения из множества возможных (оптимизация). Во-вторых, упорядочение возможных решений по предпочтительности (ранжирование).

Обобщенная структура СППР представлена на рисунке 8.2.:



Рисунок 8.2. Обобщенная структура СППР

По уровню управления предприятием СППР делятся на:

- **оперативного уровня** - предоставляют набор конечных отчетов, созданных на основе данных из транзакционных информационных систем предприятия и отражающих основные показатели его финансовой и производственной деятельности. Например, система Project Expert моделирует деятельность предприятия, обеспечивает инвестиционное и оперативное бизнес-планирование, оценку финансового состояния предприятий и пр.; Альт-Инвест подготавливает технико-экономическое обоснование и бизнес-план, моделирует и оптимизирует схему осуществления проекта, проводит экспертизу инвестиционного проекта; Marketing Expert поддерживает принятие решения на всех этапах разработки тактического плана маркетинга и контроля за реализацией на базе GAP-, SWOT-, Portfolio-анализа;

- **стратегического уровня** (ИС высшего менеджмента, Executive Information Systems - EIS)

- обеспечивают глубокую проработку информации, на основании которой осуществляются планирование и управление всеми ресурсами предприятия. Например, система «Монитор руководителя» предоставляет возможности анализа данных в режиме реального времени, не требует специальных знаний для применения инструментов анализа, предоставляет информацию в удобной графической форме, например, ERP, GIS, DocFlow, Business Modeller, SCADA/DCE, Project Management.

### **Экспертные системы на основе баз знаний**

Понятие экспертных систем. Состав и структура экспертных систем. Методология разработки. Методы формирования базы знаний. Способы построения баз знаний. Средства разработки экспертных систем. Обзор экспертных систем в строительстве. Перспективы развития экспертных систем в строительстве.

#### **Основные понятия**

**Экспертная система (ЭС)** - это система искусственного интеллекта для решения слабоструктурированных задач на основе знаний экспертов в конкретной предметной области. Основой экспертной системы является база знаний, которая содержит формализованные знания экспертов (экспертных знаний).

Экспертные системы используются в экономике, строительстве, медицине, военном деле, геологии, инженерном деле, космосе, математике, метеорологии, промышленности, сельском хозяйстве, управлении процессами, электронике, юриспруденции и т.д.

Экспертные системы функционируют в двух режимах: режим приобретения знаний - в нем эксперт наполняет систему знаниями и режим консультации - в нем общение с экспертной системой осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения.

Базовые функции экспертных систем: приобретение знаний, представление знаний, управление процессом поиска решения, разъяснение принятого решения.

Назначение экспертных систем сводится к следующему:

- диагностика (например, сужения коронарных сосудов, ошибок в аппаратуре и математическом обеспечении ПК и др.);

- распознавание образов (например, обнаружение и идентификация различных типов океанских судов, определение основных свойств личности по результатам психодиагностического тестирования и др.);
- мониторинг (например, контроль работы корпоративных баз данных, отслеживание деятельности операторов-кассиров банка, и др.);
- проектирование (например, конфигураций компьютера, банковских информационных систем, портфеля инвестиций и др.);
- прогнозирование (например, курсов валют, основных показателей развития предприятия, развития рынка, оценка будущего урожая и др.);
- планирование (например, промышленных заказов и экспериментов, поведения робота, маркетинговых мероприятий и др.);
- обучение (например, языкам программирования, персонала предприятия др.).

Характерные качества экспертных систем:

- моделируют не столько какую-то природу определенной проблемной области, сколько механизм мышления человека применительно к решению задач этой проблемной области;
- помимо выполнения вычислительных операций, формируют определенные соображения и выводы, основываясь на тех знаниях, которыми они располагают;
- при решении задач основными являются эвристические и приближенные методы, которые, в отличие от алгоритмических, не всегда гарантируют успех;
- имеют дело с предметами реального мира, операции с которыми обычно требуют наличия значительного опыта, накопленного человеком;
- одной из основных характеристик экспертных систем является их производительность, т.е. скорость получения результата. Экспертные системы должны за приемлемое время найти решение, которое было бы не хуже, чем то, которое может предложить специалист в предметной области;
- экспертные системы должны обладать способностью объяснить, почему предложено именно такое решение, и доказать его обоснованность.

## Появление и развитие ЭС

**Экспертная система (ЭС)** – компьютерная программа позволяющая накапливать опыт и знания, моделируя рассуждения и логические выводы при принятии решения.

Самые смелые ожидания специалисты связывают с экспертными системами. Суть экспертных систем заключается в способности ЭВМ аккумулировать опыт экспертов, представленный в виде правил и логических схем с последующим диалогом пользователя с машиной, позволяющим мгновенно отвечать на сложные вопросы, решать неформализованные и слабоструктурированные проблемы, используя банк знаний экспертов.

В управлении строительным производством первые экспертные системы появились в 1985-1986 гг. для выбора необходимых машин и механизмов, проектирования временного обустройства строительной площадки, оперативного корректирования календарных планов и анализа степени риска при заключении контрактов на строительство.

Совершенствование аппаратного и программного обеспечения персональных ЭВМ позволило использовать для построения экспертных систем не непосредственно логические языки, а так называемые программные оболочки, что существенно упростило процесс программирования и сократило затраты времени на проектирование банков знаний.

Как отмечают ведущие специалисты в области искусственного интеллекта, ценность экспертных систем определяется не типом ЭВМ и не выбранной программной оболочкой, а прежде всего характером информации, представленной в банке знаний. Успех в конечном счете зависит от организации экспертизы и от удачного представления опыта профессионалов в виде правил и эвристических алгоритмов.

С момента появления первых ЭВМ по сегодняшний день во всем мире идут активные исследования по созданию искусственного интеллекта - машин, оперирующих не алгоритмами, цифрами и формулами, а подобно человеку, действующих на основе применения логики, языка, семантических структур и символов. Разработка экспертных систем является одним из приоритетных направлений в исследованиях по искусственному интеллекту.

Сложившегося определения экспертных систем (ЭС) пока не существует; их называют по-разному: системы, основанные на знаниях; решатели экспертных задач; консультирующие системы и т.д. При этом имеются в виду компьютерные программы, которые моделируют поведение человека, используют знания и процедуры вывода для решения задач, являющихся трудными для людей-экспертов.

Следует подчеркнуть одну особенность экспертной системы, отличающую ее от других человеко-машинных систем, - это наличие в ее составе подсистемы объяснений. Подсистема объяснений отвечает на вопросы "как" и "почему" система подводит конечного пользователя к тому или иному выводу.

В экспертных системах используются логико-лингвистические модели. Для того, чтобы пользователь мог эффективно взаимодействовать с экспертной системой, ее интерфейс должен выполнять две основные функции: давать советы и объяснения пользователю и управлять приобретением знаний.

Экспертная система в отличие от решения задач по алгоритму не исключает пользователя из решения, а, наоборот сохраняет за ним инициативу. Такие системы, в основном, предназначены для решения неструктурированных и нечетко поставленных задач, решаемых на основе дедуктивных рассуждений.

Технологию построения экспертных систем часто называют "инженерией знаний". Как правило, этот процесс требует специфического взаимодействия создателя экспертной системы, которого называют инженером знаний, и одного или нескольких экспертов в некоторой предметной области. В результате этого взаимодействия инженер знаний "извлекает" из экспертов процедуры, стратегии, методы и эмпирические правила, которые они используют при решении задач, и встраивают эти знания в экспертную систему. Экспертные системы могут выполнять следующие функции:

- интерпретация данных с целью определения их значения;
- диагноз или определение состояния технических, биологических и экономических систем (на основе интерпретации зашумленных данных);
- контрольное наблюдение (мониторинговые системы) или непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени критических состояний наблюдаемых объектов (чрезвычайные ситуации, аварии, катаклизмы и т.д.);
- предсказание развития будущего на основе моделирования настоящего и прошлого;
- планирование и разработка мероприятий и действий для достижения поставленных целей;
- проектирование или выработка четких предписаний по построению объектов, удовлетворяющих поставленным требованиям.



Обладая высокой компетентностью в предметной области, экспертная система, подобно высококвалифицированному специалисту умеет быстро "переворошить" массу несущественной информации, чтобы добраться до главного, и хорошо распознает в проблемах, с которыми она сталкивается, примеры типовых, знакомых ей проблем. Таким образом, система действует избирательно и эффективно в пространстве альтернатив, осуществляя поиск решения, отсекая тупиковые пути и помогая пользователю избежать малоуспешных усилий.

### Состав и структура экспертных систем

Типичная экспертная система обладает структурой, состоящей из следующих основных компонентов: решателя (механизм логического вывода), базы данных (рабочей памяти); базы знаний; средств приобретения знаний, объяснений и диалогового интерфейса (рис.

8.3.).

## Структура экспертных систем

- База знаний
- Механизм вывода
- Механизм приобретения знаний
- Механизм объяснения знаний
- Интеллектуальный интерфейс



Рисунок 8.3.

## Типовая структура экспертных систем

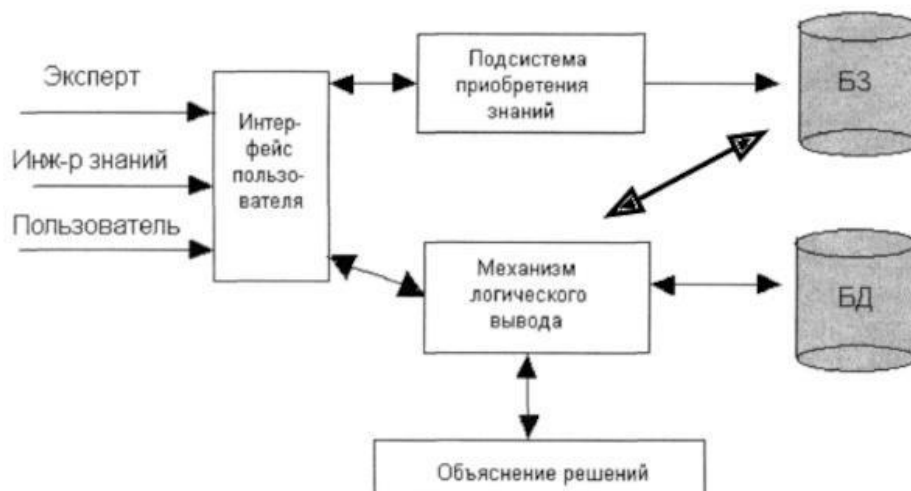


Рисунок 8.4.

Механизм логического вывода, используя знания системы, находящиеся в базе знаний, оперирует фактами базы данных с целью решения задачи пользователя.

База данных предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

Компонента приобретения знаний автоматизирует и облегчает процесс ввода знаний в ЭС пользователем экспертом, обучающим систему решению задач.

Подсистема объяснения дает пользователю сведения о причинах, мотивах, основаниях и методах получения решения поставленной проблемы. Средства организации диалога ориентированы на организацию "дружелюбного" взаимодействия ЭВМ со всеми категориями пользователей, как в ходе решения задач, так и в ходе приобретения знаний, объяснения результатов работы и содержания знаний системы.

Сердцевину экспертной системы составляет база знаний, которая накапливается в процессе ее построения, блок-схема приведена на рисунке 8.5.



Рисунок 8.5.

Знания в базе выражены в явном виде и организованы так, чтобы упростить принятие решений. Это качество экспертной системы является одним из важнейших.

Обычные программы имеют фиксированную последовательность алгоритмических шагов, точно определенных программистом, путем обработки цифровой информации ищут оптимальное решение, в то время как экспертные системы, подобно человеку, пользуются для нахождения удовлетворительного решения эвристическим методом проб и ошибок. При этом производится преимущественно символьная обработка содержимого базы знаний.

Отличительными чертами экспертных систем являются:

1. Разделение базы знаний и процесса принятия решений.
2. Явный характер представления знаний, которые можно легко прочесть и понять даже в программных кодах.
3. Хорошо организованный диалог пользователя с ЭВМ.
4. Наличие возможности пополнения базы знаний.

## Методология разработки экспертных систем

Экспертная система создается в результате совместных усилий специалистов - экспертов в конкретной области и "инженеров по знаниям", хорошо владеющих методами представления знаний и программными средствами для реализации экспертных систем. Основной задачей инженера по знаниям является выбор подходящей формы представления знаний и стратегии вывода решений, направление эксперта в ходе создания базы, описание знаний эксперта и реализация их в машинно-ориентированном виде.

Существуют два основных подхода к задачам, связанных с обоснованием и принятием решений с использованием баз знаний:

1. Выбор готового решения из множества возможных вариантов, заложенных в базу знаний;

2. Формирование решения из хранящихся в базе знаний отдельных компонентов.

Выбор подхода определяется сложностью задач. В общем случае поиск решения начинается с анализа известных фактов и условий и завершается достижением поставленной цели. Для подхода, связанного с выбором готового решения, характерны три типа стратегий решения проблем: прямая цепочка рассуждений (прямой вывод), обратный вывод и смешанная инициатива. Эти стратегии требуют, чтобы конечное утверждение (цель), содержало потенциальные решения, а исходное утверждение представляло входные данные. Реализация стратегии вывода решения требует разработки логической сети вывода, отражающей связи между фактами, условиями и гипотезами (альтернативными).

Стратегия прямого вывода предполагает поиск решения снизу вверх - от анализа прошлого к будущему, от известных фактов к конечной цели. Входная информация в системах с прямым выводом представляет собой оценки и значения фактов, содержащихся в базе знаний. Основным недостатком такой стратегии является чрезмерное количество всевозможных фактов и условий, которые во многих случаях неизвестны. Эта методология эффективна в ситуациях, когда существует много альтернативных решений и относительно малый объем входной информации.

Обратная цепочка - сверху вниз, от последствий к причине - применяется в тех случаях, когда выясняют, подтверждаются ли выдвинутые гипотезы известными фактами. Если факты не подтверждают этих гипотез, то предшествующие условия, необходимые для реализации альтернатив, становятся подцелями или гипотезами второго уровня. Этот процесс

продолжается до тех пор, пока гипотезы подтверждаются, либо будут опровергнуты известными данными.

Смешанная инициатива применяется при комбинировании прямой и обратной цепочек логического вывода. Функционирование такой системы начинается с анализа исходных фактов для оценки вероятности потенциальных гипотез. Далее выбираются гипотезы с наивысшей вероятностью, устанавливаются подцели и (при необходимости) запрашивается дополнительная информация от пользователя. Порядок проверки гипотез зависит от характера решаемой проблемы. Преимущество смешанной стратегии заключается в том, что пользователю достаточно ввести только данные, непосредственно относящиеся к конкретной задаче, а не весь набор переменных систем.

Процесс работы экспертной системы представляет собой диалог пользователя с ЭВМ, когда, отвечая на поставленные машиной вопросы, пользователь имеет возможность получения квалифицированной консультации или совета с использованием опыта профессиональных экспертов, хранящегося в базе знаний. Важно отметить, что экспертные системы позволяют существенно снизить сложность задач посредством работы с небольшой, ограниченной рамками конкретной предметной области, частью знаний человека. В отличие от традиционных программ интеллектуальные системы на основе баз знаний обеспечивают пользователя объяснением предпринимаемых логических ходов и применяемых правил.

Технология разработки ЭС включает несколько основных этапов (рис. 8.6.):

## Технология разработки экспертных систем

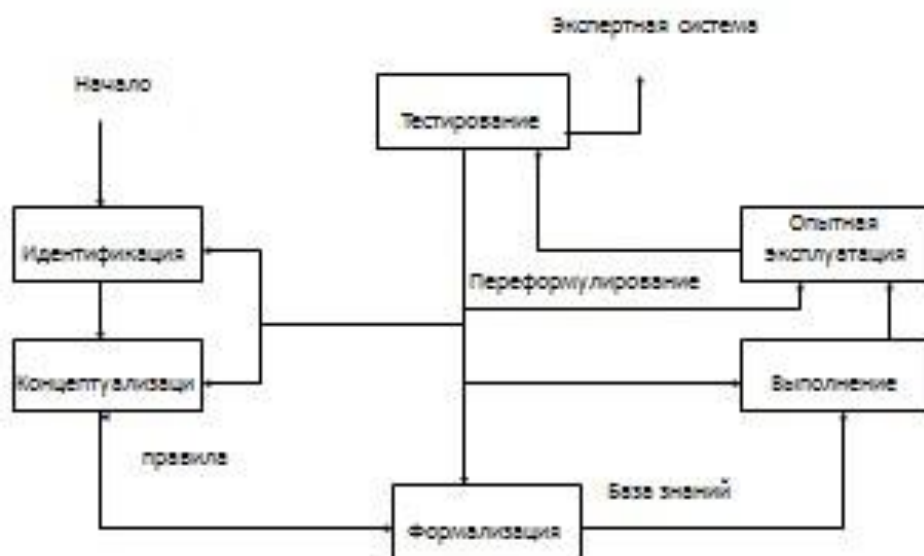


Рисунок 8.6.

1. Идентификация - определение проблемы и выбор предметной области для разработки ЭС.

2. Концептуализация - определение структуры ЭС, целей, гипотез, стратегии решения, компонентов архитектуры ЭС, программных и технических средств.

3. Формализация - определение круга экспертов, планирование экспертизы, приобретение знаний, представление знаний в формальном символьном виде.

4. Тестирование - разработка прототипа (чернового варианта) ЭС, проверка работоспособности программы, оценка логичности, непротиворечивости и результативности выводов.

5. Опытная эксплуатация - проверка эффективности работы ЭС в практических условиях.

6. Усовершенствование (выполнение) - корректировка ЭС по результатам опытной эксплуатации, выполнение (работа ЭС в режиме консультации), повторное тестирование и опытная эксплуатация, промышленная эксплуатация с пополнением, обновлением и корректировкой базы знаний.

## Методы формирования базы знаний

Процесс создания базы знаний сопряжен с выполнением следующих функций: приобретение знаний; структурирование и формализация (представление знаний в символьной форме); выбор программных средств для ведения базы знаний; ввод, накопление и актуализация содержимого базы знаний; организация средств интерактивного обмена данными и знаниями между компонентами экспертной системы.

Приобретение знаний реализуется посредством получения информации извне и ее систематизации. В зависимости от способности системы к логическим выводам возможны различные формы получаемой информации. С.Осуга предложил следующую классификацию этапов приобретения знаний в зависимости от способности системы к формализации:

А. Получение информации без логических выводов

1. Ввод программ
2. Ввод фактических данных

Б. Получение информации извне уже представленной в форме знаний.

1. Получение готового набора знаний, представленных во внутреннем формате ЭВМ (машинно-воспринимаемом виде).
2. Получение знаний, представляемых во внутреннем формате в режиме диалога человека и ЭВМ.
3. Получение знаний, представленных во внешнем формате, и их понимание (речь, сканер, датчики и т.д.).

В. Приобретение знаний (обучение) по примерам

1. Параметрическое обучение
2. Обучение на основе выводов по аналогии
3. Обучение на основе выводов по индукции эвристическое обучение. Г. Приобретение знаний на метауровне.

Для проблем, решаемых с помощью экспертных систем, не существует надежных и хорошо проверенных количественных моделей, позволяющих связать вход и выход, конкретную ситуацию и результат. Для них характерна неопределенность, описание ситуаций на качественном (а не количественном) языке, недостаточная определенность последствий решений, принимаемых экспертом. Лучше всего для них подходит определение, данное Г. Саймоном, - слабоструктурированные проблемы - т.е. такие проблемы, в которых

"качественные, трудноформализуемые и неопределенные факторы имеют тенденцию доминировать".

При передаче ЭВМ знаний эксперта следует учитывать, что объем знаний предметной области может быть велик, но это знание конкретно и основано на прошлом опыте, на совокупности практических ситуаций. В то же время в базе должно быть заложено "умение анализа", которое далеко не всегда однозначно вытекает из практических случаев. Кроме того, знания должны быть структурированы, однако, способности эксперта представить свои знания в виде четких правил всегда ограничены. Следует также учитывать индивидуальные особенности эксперта, возможность ошибки и излишнего упрощения в решении задачи, а также иерархию получения знаний (табл. 8.2.).

Таблица 8.2. Иерархия методологий получения знания.

<b>Ввод</b>	<b>Получение знания</b>	<b>Вывод</b>
<b>Принципы</b>	Множество систематических принципов; вывод знаний из абстр. принципов с помощью языка теории категорий ОВJ	<b>Перспективы</b>
<b>Законы</b>	Система основных законов; моделирование	<b>Модели</b>
<b>Модели</b>	Система структурирования знаний на основе аналогий	<b>Аналогии</b>
<b>Экспертиза</b>	Система извлечения знаний в процессе диалога, выражение	<b>Структуры</b>
<b>Обратные связи</b>	Система пополнения характеристик (знаний) по каналам обратной связи; обучение	<b>Стратегии</b>
<b>Характеристика</b>	Система моделирования экспертизы; имитирование поведения экспертизы	<b>Правила</b>
<b>Опыт</b>	Система генерирования знаний; индукция	<b>Модели</b>
<b>База знаний, факты, правила</b>		
<b>Приложение знания</b>		
<b>Факты</b>	Система вывода; неопределенная логика (нечеткие множества)	<b>Факты</b>
<b>Задачи</b>	Система планирования, цели	<b>Характеристика</b>



Вопросы	Поясняющая система	Объяснения
---------	--------------------	------------

База знаний экспертной системы состоит из базы правил, базы данных и критериальной модели выбора решений. База знаний включает знания (процедурные правила) о различных аспектах организационнотехнологических решений, их связи с внешними системами, прямых и косвенных взаимных воздействий, которые могут быть существенными при выборе решений.

База данных включает декларативную информацию, например, об объектах строительства и условиях их возведения.

Процедурные знания могут быть выражены в виде правил продукции, семантических сетей, предикатов первого порядка, фреймов и атрибутивных систем. Правила продукции отражают инструкции по исполнению логических действий, представленных в форме условия: “если” и следствия “то”.

Семантические сети формируются из базовых структур в виде понятий (узлов) и связывающих их отношений (дуг). Такие базовые структуры представляют собой описания простых фактов и позволяют представлять знания, описанные естественным языком. Извлечение информации из семантической сети осуществляется посредством прохождения по ориентированному графу. В практической работе семантические сети вызывают трудности, связанные с организацией сложных структур.

Исчисление предикатов основано на формальном представлении логических объектов (аргументов) и отношений между ними (предикатов). Отдельные высказывания, состоящие из аргументов и предиката, могут с помощью логических связок образовывать сложные структуры. Логика предикатов эффективна в случае, когда функции вывода подчиняются строгим, четко определенным правилам построения с единой формальной процедурой. В частности, такие системы хороши для доказательства теорем.

К фреймам относят фрагменты знания, предназначенные для представления стандартных знаний. Фреймы имеют вид структурированных наборов компонентов ситуаций, называемых слотами. Слот может указывать на другой фрейм, устанавливая тем самым связь между двумя фреймами. Каждый фрейм как структура хранит знания о предметной области (фрейм-прототип), а при заполнении слотов значения превращаются в конкретный фрейм события или явления.

Критериальная модель выбора решений имеет иерархический характер. Каждый узел дерева представляет фрейм решений. Отдельный фрейм

соответствует определенному аспекту или характеристике организационно-технологического решения. Полное дерево критериальной модели обеспечивает полноту оценки альтернатив в классе всех типов объектов.

Схема процесса приобретения знаний при построении экспертной системы с учетом использования различных способов и источников информации представлена на рисунке 8.7.

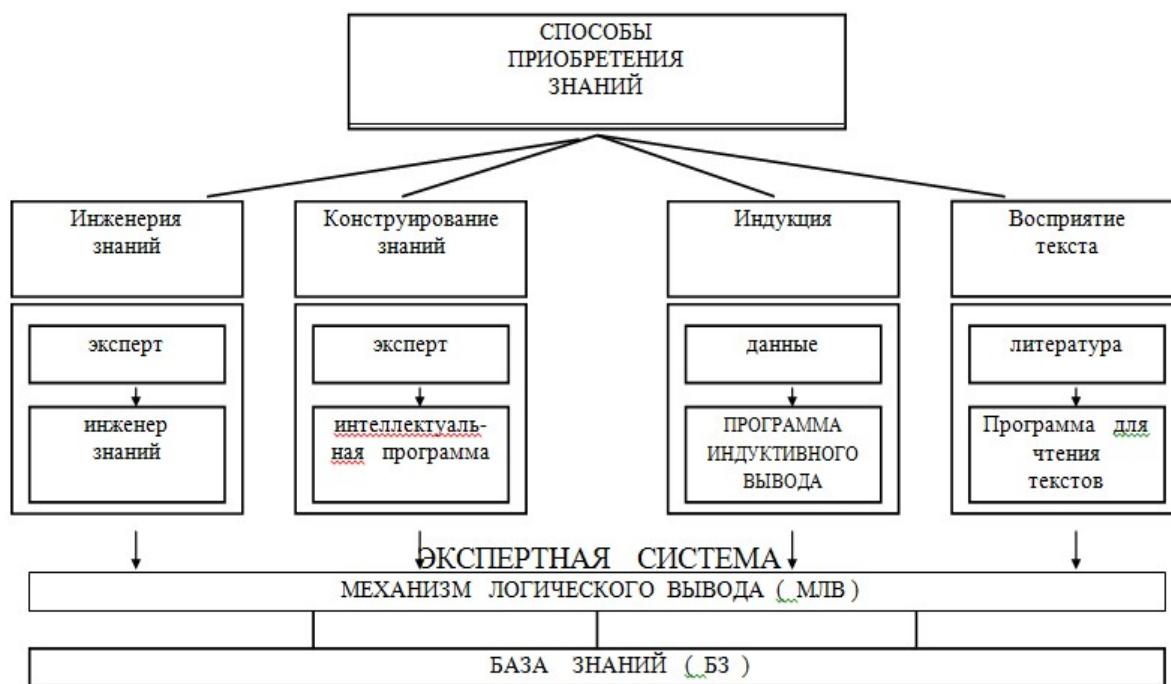


Рисунок 8.7. Процесс приобретения знаний.

К преимуществам экспертных систем следует отнести: широкий доступ к опыту и знаниям высококвалифицированных специалистов; более высокую обоснованность, аккуратность, логичность и согласованность решений; возможность обобщения коллективного опыта большого числа экспертов; возможность улучшения экспертной системы пользователем. К числу ограничений экспертных систем относится невозможность непосредственного выполнения сложных расчетных процедур внутри их. И, хотя обычно в таких случаях осуществляют вызов процедурных моделей извне, такое решение значительно затрудняет работу экспертной системы.

Важно отметить, что экспертные системы позволяют существенно снизить сложность задач посредством работы с небольшой, ограниченной рамками конкретной предметной области, частью знаний человека. В отличие от традиционных программ интеллектуальные системы на основе баз знаний обеспечивают пользователя объяснением предпринимаемых логических ходов

и применяемых правил. Формируя сети ЭВМ, интегрирующие распределенные базы знаний, можно создать условия для доступа к необходимой информации широкого круга пользователей. Применение экспертных систем в таких сетях упрощено за счет включения в состав интеллектуального интерфейса средств, разъясняющих неподготовленному пользователю его ошибки и непонятные места при решении задач.

Среди способов построения баз знаний (БЗ) можно выделить следующие:

1. Эксперт сам указывает цепочки своих логических рассуждений, ведущих от причин к следствиям. Достоинством этого способа является то, что эксперт дает свои знания в виде цепочки причинно-следственных связей типа "если...,то..." (правил продукции), которые легко воспринимаются ЭВМ. На базе таких правил легко строить блок объяснений. Недостатки этого способа заключаются в следующем. Прежде всего, в любой реальной задаче количество продукций, необходимое для построения БЗ, очень велико. Эксперт не в состоянии "перечислить" все правила за разумное время. Во-вторых, эксперт "знает больше, чем может сказать". Иначе говоря, в данном случае ему необходимо решать непривычную для него задачу синтеза знаний, в то время как в своей практической деятельности эксперт обычно решает задачу анализа, конкретной ситуации.

2. Эксперт определяет вероятность влияния отдельных признаков на принадлежность ситуации к конкретным условиям. При этом трудоемкость построения БЗ резко снижается. Однако, люди обычно плохо назначают вероятностные оценки. Кроме того, в реальных ситуациях именно сочетание признаков, а не их отдельная оценка, определяет результат. И, наконец, способы агрегирования отдельных вероятностных оценок, как правило, слишком примитивны. Обычно используется сумма вероятностных оценок, взятие максимума или минимума из вероятностей. Эти способы не задаются и не проверяются экспертом, а определяются программистом БЗ, исходя из удобства применения. Экспертные системы, содержащие БЗ, построенные таким способом, широки по охвату классов решений и примитивны по результатам своей работы.

3. Построение БЗ "на примерах", когда в БЗ вводятся описания реальных ситуаций, с точной их диагностикой. В данном случаеиспользуется непосредственно результаты деятельности эксперта по анализу ситуаций. Но при таком подходе количество примеров должно быть громадным для любой сколько-нибудь реальной практической задачи. Кроме того, эти примеры

должны включать различные сочетания диагностических признаков и диагностированы экспертом. Все это в совокупности делает этот подход мало реалистичным.

Общими недостатками перечисленных методов можно назвать неизученность и поэтому практическое игнорирование особенностей человеческой системы переработки информации, а также небрежное обращение с получаемой информацией, механистичное преобразование вероятностных оценок и факторов в эвристические алгоритмы.

С целью преодоления этих недостатков непрерывно совершенствуется механизм логического вывода ЭС и применяются методы, позволяющие количественно оценивать факторы уверенности и вносить определенность в ситуациях, характеризующихся существенной неопределенностью. Наиболее эффективным при этом является использование аппарата логики нечетких множеств.

### **Средства разработки экспертных систем**

Основными средствами разработки экспертных систем являются языки логического программирования, пустые экспертные системы (оболочки), среды программирования. Языки программирования LISP, CLIPS, OPS5, PROLOG, Mercury, Visual Prolog, Oz, Fril, Datalog и другие применяются, в основном, в исследовательских целях. Логические языки для представления знаний дают разработчикам меньше возможностей, чем универсальные языки программирования, поскольку имеют жесткую структуру логического вывода. Они не способны обеспечивать работоспособность современных эффективных средств представления знаний. К их достоинствам можно отнести возможность дополнения и развития программы добавлением новых стратегий управления.

**Оболочка экспертных систем** – инструментальное средство для проектирования и создания экспертных систем. В состав оболочки входят средства проектирования базы знаний с различными формами представления знаний и выбора режима работы решателя задач. Для конкретной предметной области инженер по знаниям определяет нужное представление знаний и стратегии решения задач, а затем, вводя их в оболочку, создает конкретную экспертную систему.

Пустые экспертные системы или оболочки поддерживают ограниченное число способов представления знаний, поскольку их структура

предопределена заранее и не допускает свободной модификации. Вместе с тем этот недостаток оборачивается достоинством при исследовании оболочки в одной или нескольких однородных предметных областях. При создании прикладных экспертных систем оболочки более удобны, чем языки программирования. Но при добавлении новых правил в базе знаний, влияющих на принятие решения, следует тщательно проверять функционирование всей системы в целом.

Применение оболочки позволяет достаточно быстро и с минимальными затратами создать исследовательскую, демонстрационную или промышленную экспертную систему. Оболочки можно классифицировать следующим образом (рис. 8.8.). По степени отработанности выделяют экспериментальную (GPSI), исследовательскую (Expert) и коммерческую (EXSYS) оболочки.



Рисунок 8.8.

Знания в базе могут быть представлены одним способом (EMYCIN, CLIPS) – семантической сетью, продукциями, фреймами и т.д. или же несколькими (MINEVRA, EsWin) для создания более полной, гибкой и наглядной модели предметной области.

Используемые в оболочке методы могут быть традиционными (CubiCalc, NEXPERT, Алеф) – алгоритмы, деревья вывода и т.д. и гибридными (FuzzyCLIPS, MultiNeuron), где совместно с традиционными используются нейронные сети, нечеткая логика и т.д.

Существуют статические оболочки, предназначенные для решения статических задач (1-st Clas, Элис). Они характеризуются использованием поверхностной технологии, общих правил и поиска решения от цели к данным, применяются для решения задач анализа.

Статические оболочки, предназначенные для решения задач анализа и синтеза с разделением времени (KAPPA, Clips), используют глубинный и структурный подходы, осуществляют поиск решений от цели к данным и от данных к цели.

Оболочки для проектирования динамических систем (Framework, NExpert) применяют поверхностный подход, принимают решения на основе правил общего вида.

Оболочки для разработки динамических систем (G2, Rethink, RkWorks) имеют подсистему моделирования, планировщика решений, используют смешанную технологию, правила общего и частного вида, решение задачи анализа и синтеза в реальном времени.

EMYCIN – первая оболочка, основанная на MYCIN. Принципы, разработанные для PROSPECTOR, были использованы при создании таких систем, как KAS, SAGE, SAVOIR.

Изменение принципов построения ведет к развитию инструментария. Поэтому оболочки прошли тот же эволюционный путь, что и ЭС. Современные оболочки предлагают следующие возможности (в каждой конкретной оболочке представлены частично):

- гибридное представление знаний (EsWin);
- выбор из нескольких стратегий вывода (G2, CLIPS );
- подключение библиотек и других систем (ACTIVATION FRAMEWORK);
- архитектура на основе «доски объявлений» (HEARSAY-III);
- архитектура «клиент-сервер» (JESS);
- интеграция в Интернет / Интранет (Egg2Lite, Exsys Corvid);
- графический интерфейс (WindExS, WxCLIPS);
- подсистема моделирования (G2);
- модульное построение системы (ReThink, G2);
- визуализация структуры БЗ (W.E.S.T.) и т.д.

**ESWin v.1.0** - программная оболочка для работы с продукционно-фреймовыми экспертными системами с возможностью использования лингвистических переменных. Она предназначена для решения

задач методом обратного логического вывода на основе интерпретации правил-продукций с использованием фреймов как структур данных, включающих в себя в частности лингвистические переменные.

### **Интегрированная инструментальная среда GURU**

В инструментальной среде построения ЭС GURU, разработанной фирмой Micro Data Base Systems, Inc., методы экспертных систем сочетаются с такими средствами обработки данных, как составление электронных ведомостей, управление базой данных и деловой графикой, и таким образом формируется уникальная среда для поддержки принятия решений и разработки прикладных интеллектуальных систем.

Система GURU легка в употреблении для новичков и в то же время является достаточно эффективной и гибкой системой для профессионалов - разработчиков.

Как и в большинстве оболочек, в GURU используется продукционная модель представления знаний в виде совокупности «Ifthen» правил с обратной стратегией вывода в качестве основной имеется возможность моделирования нечетких и неточных рассуждений. Кроме посылок и заключения в правила можно включать команды, которые будут выполняться перед проверкой условия, а также пояснительный текст для генерации объяснений. Правила также включают необязательные параметры цены и приоритета, позволяющие управлять процессом выбора из совокупности, готовых, к выполнению правил очередного. С каждым правилом можно также связать число, определяющее, сколько раз это правило может выполняться в процессе консультации.

Правила, относящиеся к решению некоторой общей задачи, образуют базу знаний, или набор правил. В этот набор кроме правил включаются две специальные процедуры: инициализация и завершение, которые должны выполняться до и после выполнения правил. В набор правил также включаются описания переменных, участвующих в правилах, содержащие спецификации типа, точности и т. п.

По умолчанию в GURU принята стратегия обратного вывода, однако, можно использовать чисто прямой вывод, а также комбинировать его с обратным в рамках одного набора правил. Как стратегиями вывода, так и целевыми переменными можно управлять динамически в процессе консультации.

GURU обеспечивает мощные средства управления обработкой факторов уверенности, отражающих степень неточности и нечеткости выраженных в правилах эвристических знаний. Для предоставления такой нечеткости в GURU с каждым значением переменной может быть связан числовой коэффициент от 0 до 100. Система предоставляет разработчику выбор более чем из 30 различных формул, позволяющих управлять обработкой факторов уверенности во время вывода.

Полезными являются такие дополнительные средства управления логическим выводом, как установка степени «точности» вывода значения для некоторой переменной, изменение принятого по умолчанию порядка просмотра правил.

Эффективность машины логического вывода во многом зависит от того, как она осуществляет поиск в наборе правил, когда ищет правила, которые можно выполнять. В отличие от традиционного программного обеспечения, использующего принципы искусственного интеллекта, система GURU предоставляет расширенные средства управления настройкой, в частности поддерживает до 50 различных стратегий поиска. Эффективность также зависит от количества и состава правил в наборе правил. Поскольку система GURU предоставляет разнообразные возможности создания наборов правил, то можно значительно сократить количество правил, необходимых для охвата всех знаний и опыта в конкретной проблемной области. Это приводит к ускорению процесса получения логических выводов, а также к упрощению управления этими правилами.

Интегрированная система GURU пытается превратить потенциальные преимущества ЭС в реальность, облегчить пользователю процесс создания ЭС, сделать его прямым, эффективным и естественным.

### **Система 1stCLASS**

Система-оболочка 1stCLASS относится к классу систем индуктивного типа, так как исходит из принципа построения дерева поиска решений по множеству примеров. От пользователя не требуется изучения команд внутреннего языка оболочки, ему предоставляется серия из шести графических экранов-меню. Используя эти экраны, можно создать базу знаний (БЗ) прикладной ЭС и запустить режим консультации.

Имеется два способа формирования БЗ:

- основанный на примерах – задаются примеры, которые



показывают, как эксперт принимает решение, затем система автоматически превращает эти примеры в сжатое правило (в виде дерева решений), формирующее базис для БЗ;

- основанный на правилах – строится графическая диаграмма дерева решений путем выбора факторов, значений и результатов (рекомендаций) из заранее составленного меню.

Используя серию меняющихся экранов, пользователь может быстро определять элементы БЗ, вводить примеры, строить правила и проверять полученные БЗ. Затем можно из нескольких (до 1000) модульных БЗ построить одну комплексную БЗ.

Сформировав и отладив БЗ (т.е. проверив ее на полноту и выбрав подходящий метод обработки фактора неопределенности в виде коэффициентов правдоподобия), получаем прикладную консультирующую ЭС, которая рекомендует, как действовать в той или иной ситуации или решать некоторую проблему и способна заменить человека-эксперта в соответствующей проблемной области .

1stCLASS имеет также ряд других возможностей, которые позволяют решать достаточно эффективно более сложные задачи. В частности, система позволяет:

- взаимодействовать с электронными таблицами для обмена числовыми и логическими данными;
- посылать БЗ через средства телекоммуникации;
- автоматически генерировать журналы сеансов пользователя и структурированные доклады для дальнейшей обработки в файлах текстовых процессоров и баз данных;
- вызывать 1stCLASS из других программ и запускать внешние программы из 1stCLASS для ответов на вопросы ЭС и выполнения необходимых действий;
- взаимодействовать с аппаратурой, в том числе: считывать показания приборов, организовывать систему «автоматического библиотекаря» для подключения видеодисков и систем компакт-дисков, связываться с отдаленными БД для получения информации, организовывать интерфейс со статическими программами;
- выполнять анализ «что если», используя различные методы генерации правил, различные наборы экспертных данных и различные ответы пользователя. Для каждого выданного системой совета можно графически

проследить логику поиска решения и обеспечить детальное объяснение для пользователя.

Система 1stCLASS получила широкое распространение в реализации прикладных ЭС - консультантов для ряда проблемных областей, например:

- медицинская диагностика;
- техническая диагностика;
- автоматические библиотеки;
- интерактивная подготовка и обучение;
- автоматизация программирования;
- разработка систем и др.

В тех случаях, когда пустые экспертные системы не позволяют построить адекватную модель процесса принятия решения, могут оказаться полезными специализированные среды программирования. Обычно они функционируют на ЛИС-машинах и имеют удобный пользовательский интерфейс. Интеллектуальные среды программирования допускают несколько способов представления и структуризации знаний. Это повышает гибкость системы, но предъявляет высокие требования к инженеру знаний при построении базы знаний и логического вывода.

### **Язык искусственного интеллекта CLIPS**

Название языка CLIPS – аббревиатура от C Language Integrated System. Язык был разработан в Центре космических исследований NASA (NASA's Johnson Space Center) в середине 1980-х годов и во многом сходен с языками, созданными на базе LISP и OPS5 [4,7]. Использование C в качестве языка реализации объясняется тем, что компилятор LISP не поддерживается частью распространенных платформ, а также сложностью интеграции LISP-кода в приложения, которые используют отличный от LISP язык программирования. Хотя в то время на рынке уже появились программные средства для задач искусственного интеллекта, разработанные на языке C, специалисты из NASA решили создать такой продукт самостоятельно. Разработанная ими система в настоящее время находится в открытом доступе (ее можно «скачать» по сети INTERNET), и отметим, что по своим возможностям она не уступает многим гораздо более дорогим коммерческим продуктам.

Первая версия представляла собой, по сути, интерпретатор порождающих правил. Процедурный язык и объектно-ориентированное расширение CLIPS – Object-Oriented Language (COOL) были включены в этот

программный продукт только в 1990-х годах. Существующая в настоящее время версия может эксплуатироваться на платформах UNIX, DOS, Windows и Macintosh.

CLIPS включает в себя язык представления порождающих правил и язык описания процедур.

Основными компонентами языка описания правил являются база фактов (fact base) и база правил (rule base). База фактов представляет исходное описание задачи. База правил содержит операторы, которые преобразуют состояния проблемы, приводя его к решению – целевому состоянию.

Машина логического вывода CLIPS сопоставляет факты из базы фактов и правила из базы правил и выясняет, какие из правил можно активизировать. Это выполняется циклически, причем каждый цикл (так называемый продукционный цикл или цикл распознавания действия) состоит из трех основных фаз:

- сопоставление фактов и правил;
- выбор правила, подлежащего активизации;
- выполнение действий, предписанных активным («зажженным»)

правилом.

### **Экспертные системы в строительстве**

Область применения экспертных систем разнообразна: экономическое планирование, оперативное управление вероятностными технологическими процессами (например, производство строительных конструкций и материалов и т. д.), оперативное управление предприятием, геологоразведка, различные виды проектирования, диагностика конструкций, обучение студентов и пр.

В США, Германии, Японии и других западных странах разработаны и функционируют сотни систем поддержки принятия решений интеллектуального типа (базирующиеся на ЭС) в различных областях строительства. В России и странах СНГ экспертные системы также применяются в сфере инвестиционно-строительного процесса,

### **Опыт работы над ЭС на нашей кафедре**

Наша кафедра (до объединения - «Организация строительства») также принимала участие в разработке ЭС. Начало этой деятельности положил Богомолов Юрий Михайлович. Во время прохождения научной стажировки в университете г. Беркли, Калифорния, США, он заинтересовался этой темой,

видя ее практическую отдачу. По приезду на родину он продолжал исследования в этом направлении. Это было время начала массового применения ПЭВМ. Конечно, в первую очередь, решалась проблема автоматизации сметно-учетных задач. Но Богомолу Ю.М., в то время заведующему лабораторией, удалось убедить коллег в перспективности разработок ЭС. Создался коллектив единомышленников в Белоруссии, да и во всем СССР. Мы обменивались мнениями, делились теоретическими наработками, практическим опытом внедрения. Всю теоретическую основу взял на себя Богомолу Ю.М. Он работал над докторской диссертацией на тему

**«Экспертные системы в организационнотехнологическом проектировании строительного**

**ПРОИЗВОДСТВА»**), которую впоследствии успешно защитил. Затем он возглавлял нашу кафедру, получил звание профессора.

Несколько слов о том, почему я решил вспомнить наши разработки.

Актуальный анализ современных ЭС показывает, что эти вопросы еще не решены, что постановка задач точно соответствует научным направлениям работы кафедры, основные теоретические предпосылки остались неизменными.

Безусловно, база знаний ЭС должна быть дополнена современными наработками строительной науки.

И самое главное, необходимо использовать современное программное обеспечение – как для оболочек ЭС, так и для СУБД.

Я надеюсь на наше молодое поколение – студентов, магистрантов, аспирантов. Им предстоит продолжить научно-практическую работу в этом направлении. Старшее поколение в этом заинтересовано и окажет всяческое содействие.

Автор этих строк (Богомолу И.И.) активно принимал участие в этих разработках, совмещая их с автоматизацией сметно-учетных задач и задач календарного планирования. У меня было более 150 внедрений собственных разработок, серебряная медаль ВДНХ СССР и т.д. Наш опыт показал, что не всегда целесообразно использовать готовую оболочку ЭС, они не учитывают специфику данных задач. В этом случае удобно пользоваться собственными разработками. Поэтому пришлось сочетать разные методы решения задач. В

большинстве описанных разработках я принимал активное участие. Над «EXOR» работал Верховцов О.О., а с «МЕХАНИЗ» Петренко Д.В.

Базовый посыл работы над ЭС звучал примерно так – «Для конкретных условий строительства применять интеллектуальную систему подготовки производства, позволяющую повысить обоснованность и качество управленческих решений за счет привлечения накопленного опыта и знаний высококвалифицированных специалистов организаторов-технологов строительства.

### **Определение предметной области разработки экспертных систем**

Под **предметной областью** понимают сферу человеческой деятельности, выделенную и описанную согласно установленным критериям, для которой существует совокупность взаимосвязанных знаний. Выбор предметной области разработки экспертных систем сопряжен с необходимостью учета ряда специфических требований. Круг проблем, решаемых с помощью экспертных систем, ограничен узкоспециализированными задачами, в которых используется не слишком много знаний, относящихся к категории здравого смысла. Задача должна быть не слишком легкой (например, решаемой за считанные минуты), но и не чрезмерно трудной (требующей для решения долгих месяцев). Число рассматриваемых альтернатив не должно превышать нескольких сотен. Следует стремиться к тому, чтобы создаваемая программа была экспертом не в целом в предметной области, а решала конкретную задачу данной предметной области.

Объем информации в базе знаний ЭС должен быть управляемым. Данные и знания, используемые в системе должны быть достаточно надежными и неизменными во времени. Основу процесса принятия решения должен составлять метод формального рассуждения.

Необходимым условием является также прозрачность системы - ее ясность для пользователя, эксперта и разработчика. Экспертные системы не рекомендуется применять в: задачах с большим числом математических расчетов; задачах распознавания, решаемых частными методами; задачах, о методах решения которых, нет доступных знаний, либо данные для их решения "зашумлены". Важным условием является также наличие хотя бы одного эксперта, способного ясно поставить и реализовать задачу. Кроме перечисленных критериев при выборе предметной области нужно учитывать и некоторые ограничения.

Так, следует помнить, что вопросно-ответный режим, обычно принятый в экспертных системах, существенно замедляет получение решений. Сама по себе экспертиза не увеличивает навыков системы.

Приведение знаний, полученных от эксперта, к виду, обеспечивающему их эффективную машинную реализацию, до сих пор остается проблемой. Экспертные системы не способны обучаться и не обладают здравым смыслом. Они не применимы в больших предметных областях, а также при решении задач не обладающих свойством когнитивности (познавательности). Системы, основанные на знаниях, оказываются неэффективными при необходимости проведения скрупулезного анализа, когда число “решений” зависит от тысяч различных возможностей и многих переменных, изменяемых во времени. В таких случаях лучше использовать базы данных с интерфейсом на естественном языке.

Основываясь на вышеперечисленных требованиях, критериях и ограничениях, а также на результатах обследования и собеседований со специалистами строительных организаций, в качестве перспективных направлений разработки экспертных систем выбраны: назначение исполнителей для выполнения специализированных строительномонтажных работ; проектирование механизации земляных работ; выбор вариантов механизации строительномонтажных работ; проектирование монтажа строительных конструкций с учетом требований техники безопасности и с экономической оценкой альтернативных вариантов; подготовка и анализ вариантов проектно-технологических решений для участия в тендере на строительство. Организованная таким образом система подготовки строительного производства приобретает поддержку принимаемых управленческих решений в виде комплекса экспертных систем, связанных интегрированной информационной базой (рис. 8.9.).

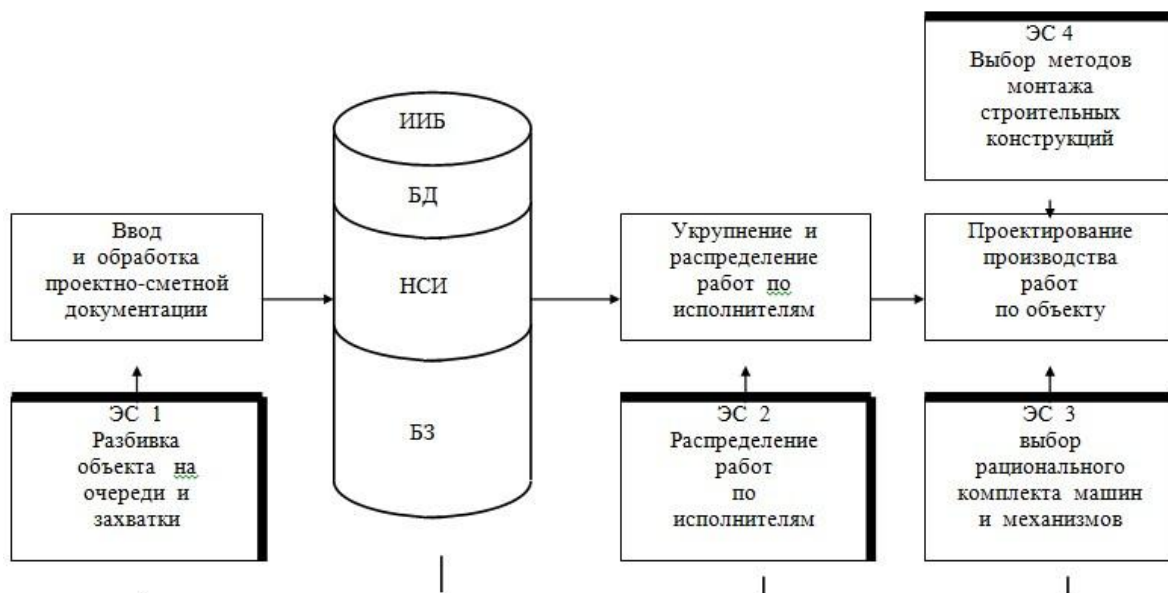


Рисунок 8.9. Поддержка решения задач подготовки строительного производства с помощью экспертных систем.

ИИБ - интегрированная информационная база;

БД - база данных;

НСИ - нормативно - справочная информация; БЗ - база знаний.

Формирование базы знаний включало накопление информации из справочной, нормативно-инструктивной, методической и учебной литературы о работах по организации и технологии строительномонтажных работ. После разработки прототипа экспертной системы база знаний пополнялась знаниями индивидуального характера, отражающими личный опыт экспертов в области технологии монтажа.

### **Выбор исполнителей специальных и монтажных работ**

Распределение объемов работ по специализированным организациям-исполнителям в ходе обработки генподрядчиком локальных смет по объектам строительства, сопряжено с необходимостью детального анализа принятых в проекте архитектурнопланировочных и конструктивных решений, технологических особенностей запроектированных работ и специализации субподрядчиков. Особенно много трудностей этот процесс вызывает в промышленном строительстве при назначении исполнителей близких по специализации, выполняющих схожие по характеру монтажные и специальные работы.

Закрепление определенных видов работ за организациями с конкретной специализацией регламентируется, как правило, многочисленными

ведомственными инструкциями и приказами. Процесс выбора и назначения исполнителей с помощью этих источников превращается в неудобную и трудоемкую процедуру и, обычно, приводит к длительным согласованиям, спорам и разногласиям между смежниками.

Быстро и квалифицированно выполнить эту работу позволяет экспертная система EXOR, в среде программной оболочки ESIE.

Примеры правил продукции, составленных на основе инструктивных документов:

*RULE 112*

*IF монтируемый элемент - вентиляционный воздуховод AND толщина стенки - до 3 мм.*

*THEN исполнитель - сантехмонтажная организация RULE 113*

*IF монтируемый элемент - вентиляционный воздуховод AND толщина стенки - более 3 мм.*

*THEN исполнитель - механомонтажная организация*

Особенностью системы EXOR является её встроенный характер. Экспертная система функционирует в составе комплекса программных средств по подготовке строительного производства. После ввода и обработки локальных смет пользователь автоматизированного рабочего места АРМ инженера производственно-технического отдела использует экспертную систему EXOR для распределения работ по исполнителям. Затем показатели укрупненных видов работ автоматически переносятся в блок расчета физических объемов СМР и на вход блока календарного планирования. Логический вывод в системе основан на применении дедуктивных методов поиска решений и, в частности, логики предикатов первого порядка, суть которой заключается в следующем.

Высказывание (предикат) есть утвердительное предложение, которое либо истинно (И), либо ложно (Л). В логике высказываний символы P, Q, R и т.д., используемые для обозначения высказываний, называются атомарными формулами. Из высказываний с помощью логических операторов  $\neg$  (не),  $\wedge$  (и)  $\vee$  (или),  $\rightarrow$  (если, то),  $\leftrightarrow$  (тогда и только тогда) строятся основные высказывания. Выражение, состоящее из высказываний, называется формулой.

Всякая формула может быть преобразована в нормальную путем использования законов эквивалентных преобразований. Приведем некоторые из них:

$$P \rightarrow Q = (P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow P);$$



$$P \square Q = \square P \vee Q;$$

$$P \vee (Q \wedge H) = (P \vee Q) \wedge (P \vee H);$$

$$P \wedge (Q \vee H) = (P \wedge Q) \vee (P \wedge H) \text{ - дистрибутивные законы;}$$

$$\square (\square P) = P \text{ - закон двойного отрицания;}$$

$$\square (P \vee Q) = \square P \wedge \square Q; \square (P \wedge Q) = \square P \vee \square Q \text{ - законы де Моргана;}$$

$$P \vee \square P = \square \text{ - закон исключенного третьего (тавтология);}$$

$$P \wedge \square P = \text{- закон противоречия;}$$

$$P \vee = P; \quad P \wedge \square = P; \quad P \vee \square = \square; \quad P \wedge = \text{-}$$

Основные правила логического вывода:

**Modus ponens** (правило заключения, как правило дедуктивного вывода).

Положительная форма условно категорического силлогизма:

$$P \square Q, P \text{ |- } Q \text{ (|- означает выводимость);}$$

**Modus tollens.** Отрицательная форма условно категорического силлогизма:

$$P \square Q, \square Q \text{ |- } \square P;$$

**Modustollendoponens.** Форма разделительно категорического силлогизма. Отрицательно-утверждающий модус:

$$P \vee Q, \square P \text{ |- } Q;$$

**Modusponendotollens.** Форма разделительно-категорического силлогизма. Утверждающе-отрицающий модус:

$$P \vee Q, P \text{ |- } \square Q; \text{ **Правило силлогизма** (правило цепного умозаключения):}$$

$$P \square Q, Q \square R \text{ |- } P \square R;$$

**Правило контрапозиции:**

$$P \square Q \text{ |- } \square Q \square \square P;$$

Формула является выводимой, если она может быть получена из конечной совокупности исходных формул путем конечного числа шагов применения правил вывода.

Изложенные правила логического вывода программно реализованы в экспертной системе EXOR по выбору исполнителей специальных строительных и монтажных работ.

## **Проектирование организации и технологии земляных работ /ZEML/**

Целью разработки системы является обеспечение пользователя квалифицированной консультацией при выборе машин и рациональных методов разработки грунтов. Для построения ЭС использована программная

оболочка ESIE с базой знаний на основе правил продукции и обратной цепочкой вывода. Правила в базе знаний записываются в текстовом формате с помощью электронного редактора.

Консультация начинается с выявления характеристик и вида земляного сооружения (насыпь, выемка, котлован, траншея), свойства грунтов (категория, трудность разработки, плотность, пористость, угол естественного откоса, влажность, сцепление, связность, разрыхляемость и т.д.).

Далее уточняются наличные материально-технические, энергетические и трудовые ресурсы, а также резерв времени для выполнения земляных работ.

**Пример** правил продукции в базе знаний системы:

*RULE 126*

*IF земляное сооружение - выемка*

*AND грунты обводненные*

*THEN предпочтительнее применять экскаватор "обратная лопата" и "драглайн".*

*RULE 127*

*IF земляное сооружение - глубокая траншея*

*OR опускной колодец*

*THEN предпочтительнее применять экскаватор с грейферным ковшом и лобовой прямолинейной проходкой.*

Дерево решений в соответствии с которым организован диалог в базе знаний представлено на рисунке 8.10. Система реализована в среде СУБД FOXPRO.



Рисунок 8.10. . Участок базы знаний ЭС по выбору методов производства и средств механизации земляных работ в строительстве.

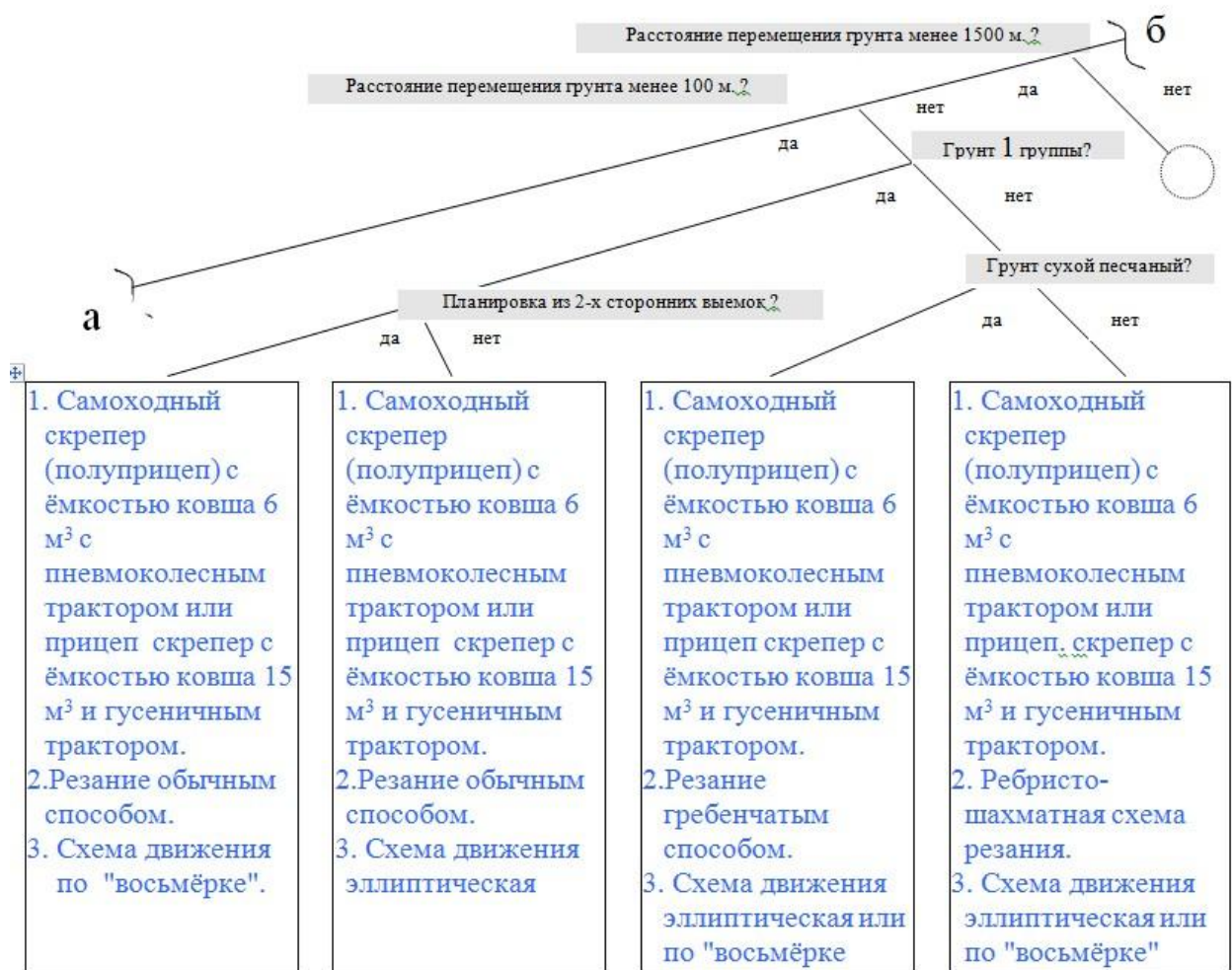


Рисунок 8.10. (продолжение). Участок базы знаний ЭС по выбору методов производства и средств механизации земляных работ в строительстве

### **Выбор вариантов механизации строительного-монтажных работ**

#### **/МЕХАНИЗ/**

Сметные затраты на механизацию рассчитываются без учета особенностей конкретной стройки и поэтому представляют собой усредненные показатели. Расчеты строительных организаций за услуги по механизации осуществляются на основе данных о стоимости этих услуг, предоставляемых трестами (управлениями) механизации.

Для своевременного определения расхождений в размерах фактических и сметных затрат необходимо на стадии согласования ПСД необходимо иметь кадры высокой квалификации, занятых согласованием ПСД, а также наличия обширной нормативной базы по машинам и механизмам, четко налаженной работы по учету и контролю затрат машинного времени, анализу хода строительного производства.

Повысить оперативность этих работ, снизить трудоемкость и облегчить процессы обработки информации позволяет разработанный комплекс программ "МЕХАНИЗ". Целью ЭС является обеспечение консультацией инженера ПТО при назначении монтажных кранов на объекты. Данный комплекс включает следующие элементы:

1. Создание и поддержание баз данных по:

-строительным машинам, имеющимся в строительной организации;

-объектам строительства, включая их конструктивные, техникоэкономические, архитектурно-планировочные, стоимостные и другие характеристики;

-нормам продолжительности строительства объектов;

-нормам времени выполнения различных видов работ;

-нормативам сметной стоимости механизированных комплексов работ.

2. Создание ЭС на основе базы знаний по выбору рациональных вариантов организации работ и комплексов строительных машин с учетом конкретных условий строительства.

3. Расчет продолжительности и оценку эффективности использования строительных машин на объекте. Программное обеспечение предусматривает

работу пользователя в режиме диалога с ЭВМ. Входной информацией служат данные о конкретных условиях строительства объектов. В результате по каждому объекту получают следующие данные:

-комплекс строительных машин (машина), необходимый для выполнения заданных видов работ;

-продолжительность работы, стоимость и расчетная (договорная) цена эксплуатации принятого комплекса машин (машины); -показатели, характеризующие соответствие сметных

(договорных) затрат расчетным ценам эксплуатации машин.

Программный комплекс по выбору рационального варианта механизации строительного производства позволяет на стадии согласования ПСД выявлять соответствие сметных затрат расчетным, обоснованно планировать применение средств механизации при строительстве объектов. Тем самым это позволяет своевременно принимать меры по сокращению необоснованных потерь строительных организаций по статье затрат "Эксплуатация машин и механизмов" и обеспечивает снижение затрат инженерного труда в процессе подготовки строительного производства.

Решение задачи выбора грузоподъемных монтажных средств предусматривает учет ряда неформализуемых факторов, таких, как: конфигурация (табл. 8.3.), архитектурно-планировочное и конструктивное решение объекта. Кроме того, в расчет принимаются параметры и расположение монтируемых конструкций (масса, габариты, высота установки и т.д.), метод и технология монтажа; условия производства (степень сосредоточенности возводимых сооружений на площадке, грунтовые и климатические факторы).

Основные технические характеристики при расчете: грузоподъемность, длина стрелы, высота подъема крана. Кран считается пригодным для возведения данного объекта, если он имеет вылет стрелы, позволяющий выполнить все необходимые работы в горизонтальной плоскости; обладает необходимой высотой для выполнения работ в вертикальной плоскости; располагает требуемой грузоподъемности для установки всех элементов в проектное положение и отвечает требованиям экономической целесообразности.

Решения по выбору грузоподъемных монтажных средств Таблица 8.3.

Обозначение составляющей	Обозначение структурных элементов
Мобильные монтажные машины и механизмы Y1.	Гусеничные краны y111, y112, y11. Пневмоколесные краны y121, y122. Автомобильные краны y131, y132. Самоходные установщики y141, y142.
Ограниченно мобильные монтажные краны и механизмы Y2.	Краны: башенные, козловые, мостовые, порталные, железнодорожные, приставные, самоподъемные, ползучие, железнодорожные.
Немобильные монтажные машины и механизмы Y3.	Простые монтажные механизмы (домкраты, строительные лебедки, тали). Стационарные стреловые краны (мачты, стрелы, шевры, порталы, вантовые, мачтостреловые). Стационарное оборудование (ленточные, тросовые подъемники, спецоборудование для особых методов подъема).
Специальные машины и аппараты Y5.	Вертолеты-краны. Дирижабли краны. Летающие краны. Плавающие краны.

Решения по выбору ведущих грузоподъемных монтажных средств выражаются как:

$$M = \{Y_i\}; M = \{Y_1 \vee Y_2, \dots \vee Y_5\}; \text{ где: } Y_1 = \{y_{1i1}, \vee y_{1i2}, \dots \vee y_{1i...}\};$$

$$Y_2 = \{y_{2i1}, \vee y_{2i2}, \dots \vee y_{2i...}\};$$

$$\dots \dots \dots$$

$$Y_5 = \{y_{5i1}, \vee y_{5i2}, \dots \vee y_{5i...}\}.$$

при  $i=1,2,3,4,\dots,m$ . Экспертная система по выбору монтажных кранов сочетает:

а) расчетные процедуры для определения необходимых параметров вылета стрелы, грузоподъемности и высоты подъема крюка с учетом угла естественного откоса грунтов, на котором располагается рабочая стоянка крана;

б) работу с базой данных, включающей справочники: парка имеющихся в строительной организации машин; конфигурации архитектурно-планировочных решений; типов конструктивных решений зданий (крупнопанельное, монолитное, кирпичное, крупноблочное, каркасно-

панельное, объемно-блочное и т.д.); нормы продолжительности строительства объектов, мощность объектов;

в) работу с базой знаний, отражающих правила выбора рациональных вариантов применения кранов определенного типа для различных зданий (табл .11).

Полученные в результате работы с ЭС рекомендации позволяют:

-подобрать машины (с указанием их марки, модификации и длины стрелы);

-подобрать машины для объектов из заданного типа кранов, имеющихся в парке машин строительной организации;

-оценить различные варианты установки кранов;

-определить продолжительность и стоимость эксплуатации машин и механизмов;

-выяснить причины, по которым тот или иной кран не может быть установлен на объекте;

-определить договорную цену на механизацию СМР;

-регулярно пополнять и обновлять справочник монтажных кранов;

-контролировать соответствие сметных, планово-расчетных и фактических цен на механизацию;

-рационально распределить парк машин строительной организации по объектам годовой производственной программы;

-определить рациональные маршруты движения и расположение монтажных стоянок кранов;

-учесть требования и ограничения по технике безопасности при эксплуатации монтажных кранов;

-рассчитать приведенные затраты на эксплуатацию грузоподъемных машин и сопоставить их со сметными и с другими вариантами организации.

Таблица 8.4. Области рационального применения грузоподъемных машин для монтажных работ (знаком "+" обозначены области применения машин)

Конструктивное Решение	Число этажей	Краны		Подъем ные	Лебедк и	Подъ емни ки
		Башен-ные	Стреловые			

№	Наименование	Э		Автом.	Пневм.	Авто-шасси	Гусен.	платформы		
1	Крупнопанельное	Э П 2	-	+	+	+		+	+	+
		3 П ЭП 5	+	+	+	+		+	+	+
2	Монолитное	6 П ЭП 11	+						+	+
		Э П 12	+						+	+
3	Кирпичное	Э П 2	-	+	+	+		+	+	+
		3 П ЭП 5	+	+	+	+		+	+	+
4	Крупноблочное	Э П 6	+						+	+
5	Объемно-блочное	Э<5	+		+	+	+		+	+
6	Каркасно-панельное	Э П 2	-		+	+	+		+	+
		3 П ЭП 5	+		+	+	+		+	+
		6 П ЭП 11	+						+	+
		Э П 12	+						+	+
7	Объемно-блочное	Э П 2	-		+	+				
		3 П ЭП 5	+		+	+				
		Э П 6	+							

Экспертная система по выбору кранов сопряжена с комплексом по вводу и обработке смет. Выбираются работы, для которых необходимо применение монтажных кранов.

База данных по строительным машинам содержит информацию об имеющемся в распоряжении строительной организации парке машин, нормативной продолжительности и стоимости эксплуатации машин. База знаний ЭС включает правила продукции, обеспечивающие выбор рациональных (по критерию стоимости и по технологическим требованиям) варианта механизации (табл. 8.5):

-земляные работы (вертикальная планировка /срезка растительного слоя, предварительная планировка, окончательная планировка, разработка грунта;/ разработка котлованов, траншей, ям, обратная засыпка);

-монтажные работы (подземная и надземная части). При выборе рекомендуемого комплекта машин учитываются:

а) показатели базы данных об объекте (всего 121 показатель), среди которых: отрасль, направление строительства, тип здания, конфигурация, объемно-планировочное и конструктивное решение, характеристика строительных конструкций и материалов, общая характеристика строительной



площадки и условий производства работ, технико-экономические показатели, строительные параметры здания и т.д.

б) данные справочника машин и механизмов с учетом выполнения общестроительных работ как по зданию, так и в целом по сводной смете.

Определение продолжительности и стоимости эксплуатации машин и механизмов основано на нормах продолжительности строительства, календарном плане строительства, а также на базе данных о сметной стоимости эксплуатации машин и механизмов. Такая база данных включает сведения о:

-единовременных затратах (доставка машин, их монтаж, наладка, оснащение, зарплата персонала);

-годовые затраты (амортизационные отчисления);

-эксплуатационные затраты (содержание машин и персонала, техническое обслуживание и ремонт оснастки, устройство временных путей, затраты на обеспечение энергией и горюче-смазочными материалами, накладные расходы).

Таблица 8.5. Фрагмент БЗ ЭС по выбору строительных машин для разработки траншей

<b>Ширина траншеи по дну ,м.</b>							<b>Прави- ла</b>
<3		>3					
		<b>Глубина разработки ,м.</b>					
<b>Глубина</b>		<3		3-8		>8	
<b>разработки,м.</b>		<b>Грунт мокрый ?</b>		<b>Грунт мокрый ?</b>			
<4	>4	Да	Нет	Да	Нет		
<b>Рекомендуемая техника</b>							
<b>Маш. хар-ка</b>	<b>Маш. хар-ка</b>	<b>Маш. хар-ка</b>	<b>Маш. хар-ка</b>	<b>Маш. хар-ка</b>	<b>Маш. хар-ка</b>	<b>Маш. хар-ка</b>	<b>Заклю- чения</b>
ЭО, E <sub>≤</sub> 1	ЭО, E <sub>≤</sub> 1.25	ЭО, E <sub>≤</sub> 1	ЭО, E <sub>≤</sub> 1	ЭО, E <sub>≤</sub> 1	ЭО, E <sub>≤</sub> 1		
ЭГ, E <sub>≤</sub> 1	ЭГ, E <sub>≤</sub> 1.25	ЭГ, E <sub>≤</sub> 1	ЭГ, E <sub>≤</sub> 1	ЭГ, E <sub>≤</sub> 1	ЭГ, E <sub>≤</sub> 1	ЭГ, E <sub>≤</sub> 1.2	
ЭП, E <sub>≤</sub> 1	ЭП, E <sub>≤</sub> 1.25	ЭП, E <sub>≤</sub> 1	ЭП, E <sub>≤</sub> 1	ЭП, E <sub>≤</sub> 1	ЭП, E <sub>≤</sub> 1	ЭП, E <sub>≤</sub> 1.2	
МЭ		ЕД, ≤1	ЕД, ≤1	ЕД, ≤1	ЕД, ≤1	ЕД, ≤1.2	
		Б, T <sub>≤</sub> 100	Б, T <sub>≤</sub> 100	Б, T <sub>≤</sub> 150	Б, T <sub>≤</sub> 150	Б, T <sub>≤</sub> 200	
			C, E <sub>≤</sub> 10		C, E <sub>≤</sub> 10	C, E <sub>≤</sub> 10	

ЭО- экскаватор обратная лопата; ЭГ – экскаватор грейфер; ЭД – экскаватор драглайн; ЭП – экскаватор прямая лопата; Б –бульдозер; Т-траншеекопатель; Е - емкость ковша в м<sup>3</sup>.

### **Проектирование организации и технологии монтажа строительных конструкций /ЭСКОРТ/**

Решение задач организационного проектирования и связанные с этим экономические результаты работы строительной организации в значительной степени предопределяются правильным выбором технологии строительно-монтажных работ. В свою очередь выбор методов производства работ требует основательных знаний и учета множества факторов (архитектурно-планировочное и конструктивное решение, последовательность работ, погодные условия, специализация исполнителей, рельеф местности, размеры строительной площадки, наличие строительных машин и т. д.). Квалифицированно и быстро выполнить эту работу можно с помощью экспертной системы - консультанта организатора-технолога (ЭСКОРТ).

Порядок работы предопределяет иерархический характер построения ЭС. Сначала пользователем задаются основные объемнопланировочные признаки возводимых зданий и сооружений (размеры, сетка колонн, этажность, конструктивное решение /каркасное, бескаркасное, несущие стены, рамно-связевое и т.д./, наличие кранового оборудования и т.д.).

К конструктивным признакам относятся виды и разновидности конструкций, роды и типы их элементов; их геометрические и весовые характеристики; виды материалов и характеристики их физических свойств; конструктивная схема сооружения и виды конструктивных соединений отдельных конструктивных элементов.

К объемно-планировочным - размещение конструкций и их элементов в объемно-планировочной структуре сооружения, места температурных швов, места разновысотных и разно конструктивных решений в объемно-планировочной структуре сооружения (табл. 8.6.).

К технологическим - технологическая возможность или необходимость объединения простых процессов возведения отдельных конструкций и их элементов; обязательная технологическая и организационная последовательность возведения конструкций и их элементов, тип исполнителя (бригады, звена), которому может быть поручено возведение данной группы конструкций, комплектование строительных машин и механизмов; способы (схемы) возведения тех или иных групп конструкций.

При расчленении объекта на элементарные участки следует исходить из следующих условий (табл. 8.7.):

-конструктивной, объемно-планировочной и технологической однородности отдельных элементарных участков;

-возможности размещения на данном элементарном участке исполнителя-бригады (или ведущего звена) в одну смену;

-формирования из ряда элементарных участков обобщенных переделов с учетом отметок по высоте. При этом желательно, чтобы границы элементарных участков совпадали с принятой для объекта сеткой осей.

Для описания конструктивно-технического типа здания используются признаки: этажность, пролетность, тип проекта, а также следующие характеристики:

Основные организационно-технологические решения в жилищногражданском строительстве определяются несущими конструкциями подземной и надземной частей здания.

Для описания объемно-планировочного решения используются следующие признаки:

Объемно-планировочные решения. Таблица 8.6.

Код	Тип объемно-планировочного решения
01	Односекционное
02	Двух -, четырехсекционное
03	Трех-, пятисекционное
04	Шести- и более секционное
05	Линейное
06	Н - образное в плане
07	П - образное в плане
08	С - образное в плане
09	Ступенчатой структуры в плане
10	Сложной конфигурации в плане

Разбивка на захватки и монтажные участки.

Таблица 8.7.

№ п/п	Тип разбивки	Элементы разбивки	Факторы

1	Горизонтальная	Очереди, монтажные участки, захваты	Объем работ Тип здания Количество секций Специализированный поток (вид работ) Протяженность
2	Вертикальная	Ярус, этаж	Объем работ Состав бригад Количество секций Количество кранов Объемно-планировочное решение: Перепады высот Изменение размеров в плане (конфигурация) изменение конструктивного решения Расположение термдеформационных швов Требования техники безопасности

На следующем уровне после разбивки здания на захваты в диалоге с ЭВМ задаются размеры и весовые характеристики отдельных строительных конструкций. В результате принимаются основные решения о совмещении монтажа оборудования и конструкций (табл. табл. 8.8.):

совмещенный; отдельный; с укрупненной сборкой; конвейерный монтаж покрытия и т.д. Здесь же определяются направления развития ведущих монтажных потоков: вертикальный, горизонтальный, поярусный, ячейками и отсеками, "на себя" и др.

Следующий уровень системы предназначен для выбора рационального метода монтажа строительных конструкций: поэлементный, комплексный, комбинированный; последовательность монтажа отдельных элементов и конструкций здания и т.д. Конструктивные решения зданий Таблица 8.8.

Код	Конструктивно-технический тип здания
01	Монолитное
02	Кирпичное
03	Сборно-монолитное

04	Блочное
05	Крупноблочное
06	Панельное
07	Крупнопанельное
08	Каркасное
09	Каркасно-панельное
10	Объемно-блочное
11	Полносборное
12	На свайном основании с монолитным ростверком
13	С ленточным монолитным фундаментом
14	Со сплошной монолитной фундаментной плитой
15	Со столбчатым монолитным фундаментом
16	Со столбчатым сборным фундаментом

При необходимости значения признаков могут дополняться.

Характеристика "Материал основных несущих конструкций здания" описывается следующими признаками:

Таблица 8.9.

Код	Материал основных несущих конструкций здания
01	Кирпич
02	Дерево
03	Сборный бетон
04	Сборный железобетон
05	Монолитный железобетон
06	Металл

На основании введенных пользователями данных осуществляется выбор монтажных кранов, устанавливаются места их расстановки и маршруты передвижения. Решения по организации монтажного процесса выражаются как:

$$O = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}; \text{ где:}$$

$$X_1 = \{X_{11} \vee X_{12}\}; \text{ при:}$$

$$X_{11(12)} = \{X_{13} \vee X_{14} \vee X_{15}\};$$

$$X_2 = \{X_{21} \vee X_{22}, \vee \dots, \vee X_{1\dots}\};$$

$$X_n = \{X_{n1} \vee X_{n2}, \vee \dots, \vee X_{n\dots}\}.$$

Пример правил продукции из базы знаний системы ЭСКОРТ:

### *RULE 121*

*IF* здание - одноэтажное промышленное

*AND* процесс - монтаж железобетонных колонн

*AND* ширина пролета до 18 метров

*THEN* кран движется посередине пролета, монтируя от 2-х до 8 колонн с каждой стоянки *RULE 122*

*IF* здание - одноэтажное промышленное

*AND* процесс - монтаж железобетонных колонн

*AND* ширина пролета равна 18 и более метров

*THEN* кран движется вдоль каждого ряда фундаментов, монтируя от 1 до 3 колонн с каждой стоянки.

Формирование возможных вариантов технологии возведения объекта диктуется, в первую очередь, выбором вариантов комплектов, расстановки и схем работы строительных машин (табл. 8.10.).

Принятые организационно-технологические решения проверяются с позиций соблюдения техники безопасности и охраны труда.

Таблица 8.10. Возможные решения по организации монтажного процесса

<b>Обозначение составляющих</b>	<b>Обозначение структурных элементов</b>
Направление развития монтажного процесса (потока) X1.	Поперечное X11. Продольное X12. Вертикальное X13. Горизонтальное X1. Комбинированное X154.
Последовательность установки элементов X2.	Раздельная X21. Комплексная X22. Комбинированная X23.
Укрупнение конструкций X3.	Без укрупнения (россыпью) X31. Конструктивными элементами X32. Блоками X33. Частями сооружений X33. Сооружениями X34.
Доставка конструкций под монтаж X4.	С транспортных средств X41. С приобъектного склада X42. С конвейерной линии X43.

Завершается экспертиза оценкой выбранных вариантов с точки зрения себестоимости работ, приведенных затрат и экономической эффективности принятых решений.

Конечными пользователями системы являются работники службы главного технолога, занятые разработкой ППР и организационнотехнологическим проектированием в составе подготовки строительного производства.

В качестве программной среды для реализации системы ЭСКОРТ с учетом требований и ограничений выбраны экспертная оболочка INSIGHT2+ компании Level Five Research (США) с использованием языка правил продукции PRL (Production Rule Language) и программная среда СУБД FOXPRO.

В условиях неопределенности и неполноты информации система ЭСКОРТ позволяет назначать коэффициенты доверия в диапазоне 0- 100% и устанавливать пороговые значения этих коэффициентов. Интерфейс системы допускает строчный, цифровой и объектноатрибутный запрос.

Экспертная система ЭСКОРТ использует как обратную, так и прямую стратегию целенаправленного логического вывода.

В сочетании с программой МЕХАНИЗ и блоком техникоэкономического анализа экспертная система позволяет осуществлять выбор методов производства работ и вариантов механизации СМР.

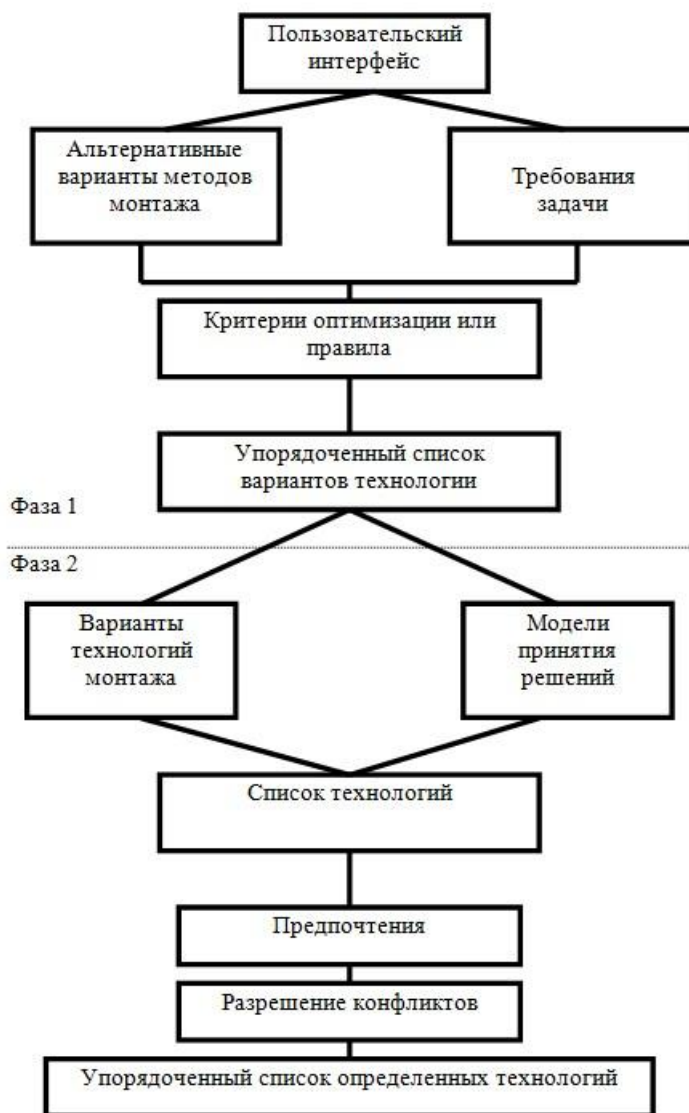


Рисунок 8.10. Процесс принятия решений по выбору методов производства работ

Анализ данных показывает, что оценки последствий решений существенно влияют на величину затрат. Наибольшее влияние имеет место в случаях, когда сравниваемые варианты работ значительно отличаются по трудоемкости и продолжительности строительства.

Выполненный анализ показывает также, что при незначительном колебании по вариантам трудоемкости и продолжительности работ решающее влияние на выбор варианта может оказывать учет результатов, зависящих от взаимоотношений между участниками строительства.

Выбор обоснованного варианта организации и производства строительного-монтажных работ служит основанием для календарного планирования процесса строительства. Календарное планирование может быть выполнено с помощью экспертной системы, содержащей набор соответствующих правил. Эти правила можно сгруппировать в пять категорий:



1) простые правила расстановки приоритетов, опирающиеся на специфическую характеристику работы, такую, как директивный срок окончания строительства, время выполнения данной работы и оставшийся объем работ;

2) комбинации простых приоритетных правил, применимых к различным технологическим этапам, или различные простые правила, применимые в различные моменты ко всем работам;

3) взвешенные указатели приоритетов, использующие различные схемы взвешивания для объединения простых правил с целью определения приоритета работы;

4) эвристические правила планирования, которые могут быть более сложными и включают информацию, не связанную с работой, например загрузку рассматриваемых бригад, наличие альтернативных маршрутов, простой фронта работ или бригад и эмпирическое значение;

5) правила, разработанные для специфических работ, или любые правила, не попадающие в предыдущие категории.

Важно отметить, что ни одно из правил не является оптимальным для работ на объекте. Не создано ни одного приоритетного правила, способного рассматривать все важные аспекты строительного производства в параллели с оптимальными результатами. Трудность разработки такого правила вытекает из того факта, что для данного набора из  $n$  работ существует  $n!$  вариантов последовательностей этих работ, и, кроме того, какие-то внешние обстоятельства на другом объекте могут повлиять на оптимальное расписание работ на данном объекте.

### **Оценка объекта при подготовке к конкурсу подрядных работ /TENDER/**

Стремление к сокращению стоимости и продолжительности возведения объектов при соблюдении заданных требований к качеству работ реализуется посредством системы подрядных торгов, на которых заказчик имеет возможность выбрать лучшее из предложений подрядчиков.

Определение стоимости строительства является прерогативой подрядчика, так же как и его расчет продолжительности.

Характерной чертой торгов является жесткая система экономических санкций за нарушение обязательств по контракту.

В процессе исследования были изучены литературные источники об организации и методах проведения подрядных торгов в развитых странах. В частности, использовались материалы научной стажировки в университете г. Беркли США. Особое внимание было уделено анализу нормативной базы "Square foot estimating", разработанной и ежегодно обновляемой Национальным бюро стандартов (MEANS) США с целью определения стоимости строительства подрядчиками и заказчиками.

Самостоятельное исследование было проведено в сфере разработки и применения программных средств ЭВМ для целей оценки стоимости и ресурсных затрат на подрядные работы в строительстве.

Аналізу были также подвергнуты методы и данные оценки тендерных предложений различными строительными организациями Республики Беларусь.

Система оценки стоимости объектов строительства на основе тендерных предложений запроектирована в четырехуровневой структуре, которая позволяет определить стоимость объекта следующими методами:

1) По удельным показателям стоимости - на основе базы данных о стоимости одного квадратного метра жилой площади, одного метра квадратного торговой площади, одного посещения в смену - для поликлиник, одного учащегося в учебных заведениях и т.д.

2) Для более точного подсчета стоимости объекта в тех случаях, когда в тендерной документации есть сведения о физических объемах работ используется метод расчета на основе базы данных о стоимости единицы физического объема СМР.

3) Наиболее точным является третий метод, предусматривающий составление сметы на строительство (ремонт, реконструкцию) объекта.

4) Четвертый метод определения стоимости строительства основан на применении данных по объектам-аналогам.

Логическим завершением программного комплекса служат модули по составлению календарного плана строительства объекта, а также по оформлению комплекта тендерной документации: титульный лист, заявка, гарантийное письмо, пояснительная записка и т.д.

## **Выводы**

Анализ исследований по разработке и использованию экспертных систем в организации и управления в строительстве позволяет сделать ряд выводов:

Наибольший эффект дает разработка "гибридных" систем, объединяющих расчетно-алгоритмические процедуры с логиколингвистическими моделями. В результате такого сочетания возможно решение сложных трудно формализуемых проблем наряду с автоматизацией и рутинных вычислительных и информационных задач.

Первоочередной сферой разработки и применения экспертных систем должна стать организационно-технологическая подготовка строительного производства, в ходе которой принимаются принципиальные решения по организации строительства объектов. Обоснование и выработка таких решений по своей сути требуют глубоких профессиональных знаний и многолетнего практического опыта специалистов. В качестве инструмента для накопления, обработки и последующего использования этих знаний целесообразно использовать экспертные системы на основе баз знаний.

Программная среда разрабатываемой экспертной системы должна обеспечивать взаимообмен информацией между базой данных и базой знаний.

Процесс формирования базы знаний должен основываться на максимальном вовлечении пользователя в разработку экспертной системы. Пользователю должна принадлежать и прерогатива окончательного выбора и принятия управленческого решения.

Экспертная система должна обеспечивать возможность восприятия и интерпретации неполной и неопределенной информации с объяснением предпринимаемых действий в процессе генерирования, оценки и выбора альтернатив. Логический вывод должен допускать назначение коэффициентов доверия к вводимой в диалоге информации, если характер задачи не позволяет оперировать с однозначными оценками ситуации экспертом.

Наиболее существенные и важные для подготовки производства и управления строительством решения требуют не столько расчетных процедур и вычислительных операций, сколько логического анализа, неформальных методов, качественных оценок и опыта специалиста. Между тем, доля задач, решаемых с привлечением апостериорных и эвристических методов, в компьютерных системах отрасли не превышает 7%.

Обоснованы принципы и предпосылки разработки и применения интеллектуальных компьютерных программных средств - экспертных систем на основе баз знаний в организационно-технологическом проектировании и подготовке строительного производства.

Определены предметные области разработки экспертных систем для подготовки строительного производства. В числе первоочередных

направлений разработки избраны задачи, решение которых является определяющим для строительной организации - это принципиальные вопросы распределения объемов работ между организациями - исполнителями; проектирования организации и технологии монтажа строительных конструкций, являющегося ведущим специализированным потоком по возведению объектов; выбора рациональных решений по механизации строительного-монтажных работ.

Опыт разработки и практической эксплуатации указанных экспертных систем показывает, что наиболее предпочтительным методом их создания является использование программного окружения основной системной среды. Так программа по подготовке строительного производства, созданная с помощью СУБД, диктует выбор средств для ЭС. Кроме того, такое решение позволило существенно повысить гибкость системы по сравнению со структурой экспертной оболочки.

В ситуациях с неполной или неопределенной информацией, допускающей приближенную качественную оценку условий для выработки управленческих решений, предпочтительны средства типа INSIGHT2+.

Перспективные направления для дальнейших исследований в области создания и применения экспертных систем в строительстве:

- интеллектуализация функций экономического анализа и планирования рентабельной деятельности строительных организаций;
- разработка экспертных систем для проектирования строительного генерального плана и составления проекта производства работ;
- разработка методов интеграции интеллектуальных компьютерных систем организационно-технологического проектирования и экономического анализа строительного производства.

## **Нейросети**

*Нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС) — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой попыткой были нейронные сети У. Маккалока и У. Питтса. После разработки алгоритмов*

обучения получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и др.

ИНС представляет собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие по отдельности простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

- С точки зрения машинного обучения, нейронная сеть представляет собой частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа;
- С точки зрения математики, обучение нейронных сетей — это многопараметрическая задача нелинейной оптимизации;
- С точки зрения кибернетики, нейронная сеть используется в задачах адаптивного управления и как алгоритмы для робототехники;
- С точки зрения развития вычислительной техники и программирования, нейронная сеть — способ решения проблемы эффективного параллелизма;
- С точки зрения искусственного интеллекта, ИНС является основой философского течения коннекционизма и основным направлением в структурном подходе по изучению возможности построения (моделирования) естественного интеллекта с помощью компьютерных алгоритмов.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искажённых данных.

*Нейрочип* - это чип с интегральной схемой (такой как микропроцессор), предназначенный для взаимодействия с нейрональными клетками. (Википедия)

### **Нейросетевые системы искусственного интеллекта**

Создание искусственных нейросетевых систем является одним из самых перспективных направлений в развитии информационных технологий. Это направление основывается на использовании принципов работы мозга по аналогии с нервной системой, которая на функциональном уровне обеспечивает способность адаптироваться в реальном мире наряду с уникальными возможностями по быстродействию и надежности. Нейрокомпьютер представляет собой ЭВМ нового поколения, отличающуюся от предыдущих отсутствием заранее созданных алгоритмических программ и способностью к самоорганизации и обучению. Основу нейрокомпьютеров составляют нейронные сети – иерархически организованные параллельные соединения адаптивных элементов - нейронов, которые обеспечивают взаимодействие с объектами реального мира, также, как и биологическая нервная система. В отличие от обычной ЭВМ нейрокомпьютеру присущи:

- параллельная работа большого числа простых вычислительных устройств, что обеспечивает высокое быстродействие;
- способность к обучению нейронной сети, которая обеспечивается настройкой ее параметров;
- высокая отказоустойчивость и помехоустойчивость сети за счет того, что знания как бы «размыты» и обрыв какой-то связи в общем случае не вызывает отказа, а устранение помех осуществляется за счет «скатывания» поступившего искаженного образа к ближайшему имеющемуся образцу с наименьшим энергетическим уровнем и, значит, с наименьшим искажением;
- использование новых физических принципов обработки информации вследствие простого строения отдельных нейронов.

Нейрокомпьютеры создаются для решения определенного фиксированного круга задач. Однако область их применения существенно расширяется при использовании комбинированных технологий, включающих по мере необходимости те или иные нейропроцессорные устройства.

В отличие от микропроцессора, имеющего полный набор команд, каждый нейрон, из которых состоит нейросеть, представляет собой

лишь простейший аналоговый преобразующий элемент. Системные свойства сети, содержащей миллионы нейронов, уже являются принципиально новыми и эффективными.

Детальный анализ зарубежных разработок нейрокомпьютеров позволил выделить основные перспективные направления современного развития нейрокомпьютерных технологий: нейропакеты, нейросетевые экспертные системы, СУБД с включением нейросетевых алгоритмов, обработка изображений, управление динамическими системами и обработка сигналов, управление финансовой деятельностью, оптические нейрокомпьютеры, виртуальная реальность. Сегодня разработками в этой области занимается более 300 зарубежных компаний, причем число их постоянно увеличивается. Среди них такие гиганты как Intel, DEC, IBM и Motorola. Наблюдается тенденция перехода от программной эмуляции к программно-аппаратной реализации нейросетевых алгоритмов с резким увеличением числа разработок СБИС нейрочипов с нейросетевой архитектурой.

Нейронная сеть — это метод в искусственном интеллекте (ИИ), который учит компьютеры обрабатывать данные таким же способом, как и человеческий мозг. Это тип процесса машинного обучения, называемый глубоким обучением, который использует взаимосвязанные узлы или нейроны в слоистой структуре, напоминающей человеческий мозг. Он создает адаптивную систему, с помощью которой компьютеры учатся на своих ошибках и постоянно совершенствуются. Таким образом, искусственные нейронные сети пытаются решать сложные задачи, такие как резюмирование документов или распознавание лиц, с более высокой точностью.

Нейронные сети помогают компьютерам принимать разумные решения с ограниченным участием человека. Они могут изучать и моделировать отношения между нелинейными и сложными входными и выходными данными. Например, нейронные сети могут выполнять следующие задачи.

**Обобщать и делать выводы.** Нейронные сети могут понимать неструктурированные данные и делать общие наблюдения без специального обучения. Например, они могут распознать, что два разных входных предложения имеют одинаковое значение.

**Машинное зрение** — это способность компьютеров извлекать информацию и смысл из изображений и видео. С помощью нейронных сетей компьютеры могут различать и распознавать изображения так, как это делают люди.

**Распознавание речи.** Нейронные сети могут анализировать человеческую речь независимо от ее речевых моделей, высоты, тона, языка и акцента. Виртуальные помощники, такие как Amazon Alexa и программное обеспечение для автоматической транскрипции, используют распознавание речи.

**Обработка естественного языка (NLP)** — это способность обрабатывать естественный, созданный человеком текст. Нейронные сети помогают компьютерам извлекать информацию и смысл из текстовых данных и документов.

**Сервисы рекомендаций.** Нейронные сети могут отслеживать действия пользователей для разработки персонализированных рекомендаций. Они также могут анализировать все действия пользователей и обнаруживать новые продукты или услуги, которые интересуют конкретного потребителя.

Архитектура нейронных сетей повторяет структуру человеческого мозга. Клетки человеческого мозга, называемые нейронами, образуют сложную сеть с высокой степенью взаимосвязи и посылают друг другу электрические сигналы, помогая людям обрабатывать информацию. Точно так же искусственная нейронная сеть состоит из искусственных нейронов, которые взаимодействуют для решения проблем. Искусственные нейроны — это программные модули, называемые узлами, а искусственные нейронные сети — это программы или алгоритмы, которые используют вычислительные системы для выполнения математических вычислений.

### **Применение нейронных сетей в строительстве**

Одним из направлений приложения автоматизированных систем и компьютерных технологий в строительстве является использование программных и технических решений на базе нейронных сетей, которые подобно биологическим, являются вычислительной системой с огромным числом параллельно функционирующих простых процессоров с множеством связей. Нейронные сети могут менять свое поведение в зависимости от состояния окружающей их среды. Способность нейронных сетей к самообучению позволяет использовать их при создании программ и технологий искусственного интеллекта, экспертных систем, что в строительной отрасли позволит повысить качество управления проектированием и строительством объектов на всех этапах жизненного цикла строительства.



Примером решений на базе нейронных сетей может служить задача контроля качества выполнения СМР. Это утомительная, но важная работа для бизнеса, подрядчика и даже для будущих жильцов. Здесь нейронные сети помогают проверять снимки, сделанные дронами, и сравнивать их с существующими моделями. Подрядчики выявляют любые потенциальные риски для здания до того, как они возникают, экономя время и затраты.

Для управления проектами необходимо учитывать выполнение работ в режиме реального времени, иначе это может затянуть процесс на годы. Строительный ИИ управляет строительными программами полностью или частично, предоставляя подробную информацию о рисках, стабильности конструкции и возможности строительства. Эта модель будет доступна для всех коммерческих проектов, умных домов и небольших офисов по всему миру.

Компания SMARTER HOMES собирает 3D-снимки строящихся зданий с помощью роботов, а затем эти данные передаются в нейронные сети для классификации того, насколько трудоемкими являются текущие проекты. Если обнаруживаются какие-либо недостатки, то подается сигнал тревоги, это помогает руководящей команде справиться с этими еще незначительными проблемами, чтобы избежать более серьезных. Алгоритмы используют обучение для изучения практики и методов решения проблем. Это поможет лучше спланировать проект, оптимизировать его наилучшим образом и со временем скорректировать.

Компания Droxel используют решения искусственного интеллекта, которые отслеживают ход строительных проектов и обеспечивают измерение качества и хода проекта в режиме реального времени. Droxel создает роботов, оснащенных камерами, которые могут автономно перемещаться по строительной площадке для захвата трехмерных «облаков точек». По сути, по словам компании, роботы на базе искусственного интеллекта создают цифровых двойников объектов на стройплощадке.

После создания полной цифровой модели Droxel использует нейронную сеть для обработки данных проекта и сопоставления их с информацией из BIM и ведомости материалов. Созданная информация полезна для руководителей проектов, особенно для тех, кому нужно отслеживать крупномасштабные проекты с тысячами движущихся элементов.

Эти идеи включают:

- Насколько близки к графику проекты

- Выявление нарушения качества на ранних стадиях, когда их еще можно устранить и смягчить.

Indus.ai - один из самых передовых в мире поставщиков архитектурно-строительных интеллектуальных решений использует нейронные сетевые технологии. Это позволяет инвесторам, владельцам, подрядчикам отслеживать выполнение СМР в реальном времени. Каждый день INDUS.AI контролирует с помощью платформы видеоконтроля большое количество строительных площадок. Элементы искусственного интеллекта позволяют с помощью распознавания изображений, сегментирования объектов на видеокадрах, контроля расстояний решать разные прикладные задачи:

- Отслеживать прибытие и отправку материалов для контроля затрат по проекту:
  - Отслеживать процесс в сравнении с BIM;
  - Контролировать соблюдение дистанций, доступ к ограниченным зонам на стройплощадке, в том числе социальной контролировать соблюдение дистанции в связи с эпидемией COVID;
  - Получать четкое представление о качестве монтажа сборных конструкций.

## **Раздел IX. Применение BIM технологий при проектировании и управлении в строительстве**

### **Тема 9.1. BIM история появления и основные определения и понятия**

Предпосылки для появления принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании. Информационную насыщенность процесса проектирования. Концепция информационного моделирования здания, краткая история терминологии и использования.

Основные определения.

Рубеж конца XX - начала XXI веков, связанный с бурным развитием информационных технологий, ознаменовался появлением принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании, заключающемся в создании компьютерной модели нового здания, несущей в себе все сведения о будущем объекте.

Это стало естественной реакцией человека на кардинально изменившуюся информационную насыщенность окружающей нас жизни. В современных условиях стало невозможно эффективно обрабатывать

прежними средствами хлынувший на проектировщиков огромный (и неуклонно возрастающий) поток «информации для размышления», предваряющей и сопровождающей само проектирование.

Причем поток этой информации не прекращается даже после того, как здание уже спроектировано и построено, поскольку новый объект вступает в стадию эксплуатации, происходит его взаимодействие с другими объектами и окружающей средой, то есть начинается, говоря современным языком, активная фаза «жизненного цикла» здания.

Так что возникшая в результате реакции на сложившееся положение концепция информационного моделирования здания – это намного больше, чем просто новый метод в проектировании.

Это также принципиально иной подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания, к управлению жизненным циклом объекта, включая его экономическую составляющую, к управлению окружающей нас рукотворной средой обитания.

Это – изменившееся отношение к зданиям и сооружениям вообще.

Наконец, это наш новый взгляд на окружающий мир и переосмысление способов воздействия человека на этот мир.

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

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

Но главное отличие нового подхода от прежних методов проектирования заключается в том, что возникающий объем этой технической работы, выполняемой компьютером, носит принципиально иной характер, и человеку самому с ним уже не справиться.

Новый подход к проектированию объектов получил название **Информационное моделирование зданий** или сокращенно **ВІМ** (от принятого в английском языке термина Building Information Modeling).

Процессы планирования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов строительства во всем мире постепенно переходят на путь цифровой

трансформации, связанной с отказом от традиционных технологий проектирования и строительства и применением инновационных.

Цифровая трансформация – это использование современных технологий для кардинального повышения производительности и ценности предприятий. Одной из таких ключевых технологий является технология информационного моделирования (BIM).

### **Краткая история терминологии**

Термин BIM появился в лексиконе специалистов сравнительно недавно, хотя сама концепция компьютерного моделирования с максимальным учетом всей информации об объекте начала формироваться и приобретать конкретные очертания намного раньше. С конца XX века такой подход в проектировании постепенно «вызревал» внутри бурно развивающихся САД-технологий.

Понятие Информационной модели здания была впервые предложено профессором Технологического института Джорджии Чаком Истманом (Chuck Eastman) в 1975 году в журнале Американского Института Архитекторов (AIA) под рабочим названием «Building Description System» (Система описания здания).

В конце 1970х – начале 1980х эта концепция развивалась параллельно в Старом и Новом Свете, причем в США чаще всего употреблялся термин «Building Product Model», а в Европе (особенно в Финляндии) – «Product Information Model». При этом оба раза слово Product подчеркивало первоочередную ориентацию внимания исследователей на объект проектирования, а не на процесс. Можно предположить, что несложное лингвистическое объединение этих двух названий и привело к рождению «Building Information Model».

Параллельно в разработке подходов к информационному моделированию зданий европейцами в середине 1980х применялись немецкий термин «Bauinformatik» и голландский «Gebouwmodel», которые в переводе также соответствовали английскому «Building Model» или «Building Information Model».

Эти лингвистические сближения терминологии сопровождались и выработкой единого наполнения используемых понятий, что в итоге и привело к первому появлению в научной литературе в 1992 году термина «Building Information Model» в его нынешнем содержании.

Чуть раньше, в 1986 году, англичанин Роберт Эйш (Robert Aish), в то время – создатель программы RUCAPS, затем в течение длительного периода – сотрудник Bentley Systemes, недавно перешедший в Autodesk, в своей статье

впервые использовал термин «Building Modeling» в его нынешнем понимании как информационного моделирования зданий.

Но, что более важно, он тогда же впервые сформулировал основные принципы этого информационного подхода в проектировании: трехмерное моделирование; автоматическое получение чертежей; интеллектуальная параметризация объектов; соответствующие объектам базы данных; распределение процесса строительства по временным этапам и т.д.

Роберт Эйш проиллюстрировал новый подход в проектировании примером успешного применения комплекса моделирования зданий RUCAPS при реконструкции «Терминала 3» лондонского аэропорта

Хитроу. По всей видимости, этот опыт 25-летней давности - первый случай использования технологии BIM в мировой проектностроительной практике.

Примерно с 2002 года благодаря стараниям многих авторов и энтузиастов нового подхода в проектировании концепцию «Building Information Model» ввели в употребление и ведущие разработчики программного обеспечения, сделав это понятие одним из ключевых в своей терминологии.

В дальнейшем, в результате деятельности таких компаний, как в первую очередь Autodesk, аббревиатура BIM прочно вошла в лексикон специалистов по компьютерным технологиям проектирования и получила широчайшее распространение, и ее теперь знает весь мир.

## **Тема 9.2. Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model).**

### ***Что понимается под BIM***

Разные специалисты приходили к концепции информационного моделирования зданий разными путями, поэтому одни понимают под BIM модель как продукт, для других BIM – это процесс моделирования, некоторые определяют и рассматривают BIM с точки зрения практической реализации, а кое-кто вообще определяет это понятие через его отрицание, подробно объясняя, что такое «не BIM».

Определение, которое в большей степени соответствует сегодняшнему подходу к BIM компании Autodesk.

**Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model)** – это хорошо скоординированная, согласованная и взаимосвязанная, поддающаяся расчетам и анализу, имеющая геометрическую привязку, пригодная к компьютерному использованию, допускающая необходимые

обновления числовая информация о проектируемом или уже существующем объекте, которая может использоваться для:

1. принятия конкретных проектных решений,
2. создания высококачественной проектной документации,
3. предсказания эксплуатационных качеств объекта,
4. составления смет и строительных планов,
5. заказа и изготовления материалов и оборудования,
6. управления возведением здания,
7. управления и эксплуатации самого здания и средств технического оснащения в течение всего жизненного цикла,
8. управления зданием как объектом коммерческой деятельности,
9. проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания,
10. сноса и утилизации здания,
11. иных связанных со зданием целей.



Рисунок 9.1. Основная информация, проходящая через BIM и имеющая к BIM непосредственное отношение

Иными словами, BIM - это вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса. Аббревиатура BIM может использоваться как для обозначения непосредственно самой информационной модели здания, так и для процесса информационного моделирования, при этом, как правило, никаких недоразумений не возникает.

Применение информационной модели здания существенно облегчает работу с объектом и имеет массу преимуществ перед прежними формами проектирования.

Прежде всего, оно позволяет в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по назначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего сооружения, «на кончике пера» заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность и эксплуатационные качества, а также избежать самого неприятного для проектировщиков - внутренних нестыковок (коллизий)

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, создающих геометрические образы, результатом информационного моделирования здания обычно является объектноориентированная цифровая модель как всего объекта, так и процесса его строительства.

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

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

Таким образом, процесс создания BIM всегда растянут во времени (носит практически непрерывный характер), поскольку может иметь неограниченное количество «уточнений».

А сама информационная модель здания – весьма динамичное и постоянно развивающееся образование, «живущее» самостоятельной жизнью.

При этом надо понимать, что физически BIM существует только в памяти компьютера. И ею можно воспользоваться только посредством тех программных средств (комплекса программ), в которых она и была создана.

Сама информационная модель здания как организованный набор данных об объекте непосредственно используется создавшей ее программой. Но специалистам важно также иметь возможность брать информацию из модели в удобном виде и широко использовать в своей профессиональной деятельности вне рамок конкретной BIM-программы.

Отсюда возникает еще одна из важных задач информационного моделирования – предоставлять пользователю данные об объекте в широком спектре форматов, технологически пригодных для дальнейшей обработки компьютерными или иными средствами.

BIM-программы предполагают, что содержащуюся в модели информацию о здании для внешнего использования можно получать в большом спектре видов, минимальный перечень которых на сегодняшний день уже достаточно четко определен профессиональным сообществом и не вызывает никаких дискуссий. К таким общепризнанным формам вывода или передачи содержащейся в BIM информации о здании прежде всего относятся:

1. чертежная 2D рабочая документация и чертежные 3D-виды моделей;
2. плоские 2D файлы и объемные 3D модели для использования в различных CAD-программах;
3. таблицы, ведомости, спецификации;
4. файлы для использования в Интернет;
5. файлы с инженерными заданиями на изготовление входящих в модель изделий и конструкций;
6. файлы-заказы на поставку оборудования и материалов;
7. результаты тех или иных специальных расчетов;
8. видеоматериалы, отражающие моделируемые процессы;
9. файлы с данными для расчетов в других программах;



10. файлы презентационной визуализации и анимации модели;

11. любые другие виды предоставления информации, которые потребуются при проектировании, строительстве или эксплуатации здания.

Все это многообразие форм выводимой информации обеспечивает универсальность и эффективность BIM как нового подхода в проектировании зданий и гарантирует ему определяющее положение в архитектурно-строительной отрасли в ближайшем будущем.

Сама по себе модель - это лишь небольшая, хоть и основная часть того, что используется в строительной отрасли. Общепринятым термином является аббревиатура BIM - **Building Information Modeling**.

В русскоязычной среде с конца 2019 года стал внедряться термин-аналог ТИМ - **Технологии Информационного Моделирования**, представляющий собой смысловую копию иностранного определения.

Под BIM подразумевается информационное моделирование зданий и сооружений в широком смысле этого слова, так в это определение входят:

объекты инфраструктуры, жилые и общественные здания, инженерные сети, автомобильные и железные дороги, мосты, порты и тоннели и др.

Вся информация связана в едином объекте, все конструктивные особенности модели связаны с базой данных, где хранится информация об атрибутах элементов. В случае изменения какого-либо элемента информация обновляется по всему объекту сразу, уменьшая вероятность ошибок при проектировании и возведении объекта.

Но, несмотря на существующие определения, единого понимания, какая именно информация должна содержаться в модели зачастую нет и зависит от заказчика и особенностей проекта.

Это может быть как простое визуальное представление, так и поэлементная ведомость с детализацией по необходимым работам и материалам, с привязкой к плану строительства и оценки его стоимости.

Специально для того, чтобы избежать разночтений, в последние годы сформировалась определенная терминология, позволяющая определять детализацию моделей в BIM.

### *Уровни проработки*

Уровень проработки элемента модели (LOD) задает минимальный объем геометрической, пространственной, количественной, а также любой атрибутивной информации, необходимой для решения задач моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта строительства.

LOD элемента модели включает две составляющих: геометрическую – LOD(G) и атрибутивную – LOI, которые могут не находиться в прямой зависимости.

#### Основные положения концепции LOD

В BIM-модели информация (геометрическая и атрибутивная) содержится в ее элементах. По ходу проекта эта информация накапливается и уточняется. Для управления этой информацией необходимо применять подходы, позволяющие планировать и реализовывать задачи по информационному обмену между различными участниками проекта.

Для решения этих задач применяется концепция LOD, которая помогает:

- сформировать требования к информационному наполнению моделей на различных стадиях проекта и тем самым обеспечить единое понимание и конкретизацию всеми участниками проекта (заказчиками, проектировщиками, строителями, производителями оборудования, службами эксплуатации, органами экспертизы) требуемых результатов работ по информационному моделированию;

- эффективно решать задачи, связанные с недостаточностью исходных данных для проектирования, что позволяет оперировать понятием проектной неопределённости, когда решения, закладываемые на ранних стадиях проектирования, могут учитывать всю вариативность последующей детализации проектного решения;

- планировать совместную работу и соответствующие процессы информационных обменов путем определения требуемой информации, содержащейся в элементе модели, которая необходима не только автору (исполнителю) элемента, но и другим участникам проекта на различных его этапах;

- контролировать процесс информационного моделирования путем оценки степени информационной насыщенности элементов модели на различных этапах проекта.

Концепция LOD включает в себя несколько базовых уровней проработки:

LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500, характеризующих процесс разработки элемента от концептуального до фактического состояния. При необходимости для конкретного проекта допускается наличие промежуточных уровней проработки, которые должны быть согласованы и специфицированы всеми участниками проекта и зафиксированы в Требованиях Заказчика и Плана реализации BIM-проекта.

На рисунке 9.2 приведена примерная схема прогрессии (наполнения информацией) для элемента «Колонна железобетонная».

Требования к уровням проработки носят уточняющий характер, то есть определение каждого последующего уровня проработки элемента уточняет и дополняет определения всех предыдущих уровней. В этом отношении LOD уровня N является **целевым** уровнем на завершении этапа или стадии, а не в середине или начале.



Рисунок 9.2. «Прогрессия» элементов BIM-модели

**LOD 100** - минимальный уровень проработки модели. Условный объект с базовой необходимой для идентификации детализацией.

**LOD 200** - Условный объект с минимально необходимой для принятия обоснованных экономических решений проработкой информации.

**LOD 300** - Проектная модель с конкретными и точными значениями формы, положения и основных атрибутов.

**LOD 400** - высокий уровень проработки с максимально детальным графическим представлением и наполнением информацией в свойствах. Можно сказать, что это LOD 300 + детализация узловых соединений, вместе с данными по изготовлению, стоимости и монтажу.

**LOD 500** - это LOD 400 + исполнительная документация и эксплуатационные характеристики.

Атрибуты в общем случае рекомендуется разделять на обязательные (основные) и дополнительные. К обязательным атрибутам элемента модели рекомендуется относить, в том числе:

- основные технико-технологические характеристики, характерные для определенного типа оборудования, в том числе информацию, представленную на принципиальных схемах;
- атрибуты, позволяющие однозначно идентифицировать элемент (типы, коды по классификатору, маркировки, артикулы, обозначения различных классов, категорий и пр.);
- атрибуты, необходимые для внесения в проектную/рабочую и прочую документацию, спецификации, опросные листы и др.

К дополнительным атрибутам следует относить свойства или технические характеристики, необходимые для проведения инженерных расчетов, информацию технико-экономического характера, техникоэксплуатационные и иные характеристики. Дополнительная информация определяется в зависимости от задач применения BIM (используемых в проекте BIM-сценариев).

Еще одним популярным способом определения уровня детализации в BIM является условное различие на 2D-7D модели:



Рисунок 9.3. Размерности BIM

Модель BIM может использоваться для заранее определенных конкретных целей, обычно известных как варианты использования. В соответствии с требованиями этапа проекта и сложностью проекта к существующей информации, содержащейся в BIM, добавляются конкретные параметры. Эти дополнения к заранее определенным используемым примерам могут быть описаны как размеры BIM.

Эти измерения расширяют данные, связанные с моделью, чтобы обеспечить более высокий уровень понимания строительного проекта.

В современную эпоху технология BIM эволюционировала от базовых 2D, 3D и 4D измерений к более сложным 5D, 6D и 7D измерениям, которые готовы изменить будущее индустрии АЕС.

BIM-измерения – 3D, 4D, 5D, 6D & 7D, каждое из которых имеет свое собственное назначение и полезно для определения того, сколько будет стоить проект, его сроков, когда он будет завершен, и насколько устойчивым он будет в будущем.

**2D BIM-измерение** 2D-измерение - это самая ранняя форма строительных моделей. Оно представляет собой простые оси X и Y. Эти

модели, как правило, изготавливаются вручную с использованием ручных процессов или с использованием чертежей САПР.

### ***3D BIM-измерение (общая информационная модель)***

3D BIM-модель - это информационная модель, выполняемая на этапе проектирования и включающая трёхмерную геометрию объекта и атрибутивные данные его компонентов.

3D BIM позволяет всем заинтересованным сторонам эффективно сотрудничать для моделирования и решения типичных структурных проблем. Кроме того, поскольку все хранится в центральном месте, то есть в BIM-модели, становится легче решать проблемы на будущем этапе.

Когда дело доходит до 3D BIM, это включает в себя создание 3D-модели и совместное использование одной и той же информации с использованием общей среды данных (CDE).

#### **Преимущества 3D BIM**

- Улучшенная 3D визуализация всего проекта
- Упрощенная коммуникация и обмен ожиданиями от

проектирования

- Простое сотрудничество между несколькими командами независимо от их области знаний
- Уменьшено количество переделок и ревизий благодаря полной прозрачности с самого начала 3D-модели BIM используются для схематического проектирования, разработки дизайна и документации, строительной документации и записи чертежей.

### ***4D BIM-измерение***

4D BIM-модель - это информационная модель, выполненная на основе 3D-модели и дополненная решениями по организации строительства, реализованная в формате изменений объекта в течение времени.

4-мерная BIM-модель раскрывает дополнительную информацию, известную как данные планирования или элемент времени. Эта модель начинается с 3D BIM, а затем с применения 4-го измерения или 4D BIM, иначе известного как элемент времени. Следовательно, 4D BIM - это 3D BIM + время.

### ***5D BIM-измерение***

5D BIM-модель - к данным 3D-модели, помимо информации по организации хода строительства и времени работ, добавляются данные по стоимости работ и материалов.

Это 4D BIM + оценка или стоимость. Функция моделирования 5D BIM заключается в интеграции затрат, графика и дизайна в 3D-выводе. Эта модель отвечает за прогнозирование потока финансирования проекта и визуализацию прогресса, которого они достигли в отношении проекта. Визуализация обеспечивает осуществимость и непревзойденную точность в любом строительном проекте.

Отчеты о затратах могут быть изменены в любой момент времени. 5D BIM позволяет всем вовлеченным сторонам рассчитать как затраты на проектирование проекта на текущий момент, так и то, как возможные изменения могут повлиять на проект. Возможность предоставления данных в режиме реального времени обеспечивает простой процесс изучения альтернативных концепций и предоставляет необходимым сторонам регулярные обновления стоимости проекта и другую соответствующую информацию, что значительно повышает эффективность проекта. Основные заинтересованные стороны проекта могут визуализировать конечный продукт точно так, как он будет выглядеть по завершении, и увидеть точную бюджетную смету с подробной разбивкой. Каждая строительная система в 5D BIM использует множество параметров в своих расчетах, таких как условия на стройплощадке, строительные материалы, и многое другое.

5D BIM также идеально подходит для подхода к проектированию и сборке проектов. Все этапы проекта выполняются единым целым, от раннего проектирования до фактического строительства, что устраняет необходимость рассчитывать все оценки по отдельности и повышает общую производительность проекта в целом.

### ***6D BIM-измерение (информация о жизненном цикле проекта)***

6D BIM-модель - используется на стадии эксплуатации здания. В данном случае необходим уровень проработки модели не менее LOD 400, чтобы, имея полную информацию по модели, в нужные сроки организовывать инспекцию элементов здания коммунальными и другими службами.

Это BIM-измерение также известно как iBIM или интегрированный BIM.

6D модель напрямую связана с реальным объектом. Это позволяет сформировать систему мониторинга и эксплуатации здания. Когда модель, полученная на стадии проектирования, служит хранилищем всех изменений и реконструкций уже после возведения. Имея на руках всю историю изменений в виде BIM модели здания, владелец или служба эксплуатации здания, всегда будут иметь полный контроль над ситуацией. Есть возможность располагать различного рода датчики на здании во время возведения и, таким образом, отслеживать отклонения реальных конструкций от проектных значений.

6D BIM действует как готовая модель для клиента, содержащая своего рода руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию здания.

### ***7D BIM-измерение (+ жизненный цикл)***

7D BIM в основном включает в себя 3D + график работы + анализ затрат + устойчивость. Строители и менеджеры проектов одинаково используют 7D информационное моделирование зданий при обслуживании и эксплуатации проекта на протяжении всего его жизненного цикла. Использование 7D CAD в BIM помогает оптимизировать управление проектом от этапов проектирования до его сноса.

Информация о гарантии, технические характеристики, руководства по эксплуатации - вот некоторые из данных об активах, которые можно отслеживать с помощью этого измерения.

7D BIM помогает контролировать управление объектом от стадии проектирования до стадии сноса.

**Использование BIM на всех стадиях жизненного цикла здания – проектирования, строительства, эксплуатации, сноса и утилизации.**





Рисунок 9.4. Жизненный цикл

### ***Практическая польза от BIM для заказчика***

Практическая выгода от внедрения BIM:

- визуализация объекта до начала строительства;
- управление рисками при реализации инвестиционного проекта;
- возможность контроля хода проектирования и строительства на основе BIM-модели в режиме реального времени благодаря использованию облачных сервисов;
- оптимальные технические решения;
- предельно высокая точность расчета стоимости ИСП (согласно ААСЕI);
- контроль соответствия проектных решений и результатов строительства;
- получение цифрового "двойника" по итогам строительства (модель AS BUILD для обслуживания, реконструкции, демонтажа).

### ***Проектирование***

Прежде всего, при использовании BIM на проект уходит меньше времени. Правда, на ранней стадии внедрения это не все замечают, поскольку рабочее время перераспределяется, да и на первых (пилотных) проектах из-за

неопытности сотрудников и несовершенной организацией работы в новых условиях этого времени может расходоваться даже больше.

По данным зарубежных источников, экономия времени при выполнении проекта в среднем составляет 20-50%, при внесении изменений в проект она намного больше.

Другая экономия средств от внедрения BIM – устранение (недопущение) проектных ошибок и исключение их появления на стройплощадке.

BIM приносит ощутимую выгоду при создании спецификаций и строительных смет. Сметы - это весьма трудоёмкий процесс, где основная черновая работа – сбор данных по объемам работ и материалам из проекта. При использовании BIM, когда все данные автоматически поступают из модели, а задача сметчика – установить связи данных со сметной программой, погрешность сметы уменьшается.

Не менее важная статья доходов от BIM связана с правильным определением экологических, энергетических, экономических и многих других параметров будущего здания. Поэтому BIM внедряется совместно с системой интегрированного выполнения проекта IPD, объединяющей все заинтересованные стороны, либо работа проектировщиков в BIM сразу определяется заказчиком.

Практическая выгода от внедрения BIM:

- реализация проектирования с подбором вариантов;
- автоматизация рутинных операций;
- сокращение времени на внесение изменений в рабочую документацию;
- сокращение числа ошибок при проектировании благодаря визуализации;
- междисциплинарное сотрудничество: совместная работа различных специалистов в 3D;
- централизованный документооборот на вашем сервере или в облаке;
- проверка проекта на коллизии (пересечения инженерного оборудования с другими элементами) до начала строительства;
- проверка на соответствие СП, ГОСТ и СНиП в специализированном ПО;
- облегчение коммуникации с заказчиком, экспертизой, строителями;
- защита процесса передачи результатов проектирования заказчику.

## Строительство

BIM позволяет получать выгоду из правильной организации самого процесса возведения здания. С появлением информационного моделирования зданий процесс организации строительного производства стал более информативным, точным и быстрым, то есть более эффективным. Выигрыш получается как в точности сроков, так и в правильной логистике, а также в рациональном поэтапном финансировании (кредитовании) строительства.

Правильная организация строительства предполагает и оперативный контроль его выполнения на всех стадиях, при котором также активно используется BIM, причем всё больше в мобильном исполнении.

Особый вид контроля при реализации строительства, в котором технология BIM играет ключевую роль – проверка точности возведения строительных конструкций. На стройплощадке в результате множества причин могут возникать отклонения от проекта, порой существенно меняющие расчетные характеристики объекта. Этих проблем можно избежать, если осуществлять своевременный контроль точности возведения объекта с помощью лазерного сканирования, при необходимости оперативно корректируя проект с учетом полученного облака точек. В ещё большей степени это относится к контролю состояния здания в процессе эксплуатации или при осуществлении капитального ремонта.



Рисунок 9.5. Контроль точности возведения объекта с помощью лазерного сканирования

Наконец, изготовление строительных изделий и конструкций становится более оперативным, гибким и рентабельным, если также осуществляется по информационной модели.

### Практическая выгода от внедрения BIM:

- наглядность технических решений и конечного результата строительства за счёт наличия BIM-модели;
- визуализация возведения объекта в увязке с календарным графиком; постановка задач и сроков её выполнения с привязкой к 2D- или BIM-модели;
- внесение электронной технической документации оборудования и материалов в BIM-модель;
- проектная документация не содержит коллизий, а значит и "сюрпризов" на строительной площадке;
- выгрузка материалов для ПТО в один "клик";
- облегчённая коммуникация с проектными организациями благодаря возможности оперативного внесения изменений и комментариев в одну и ту же BIM-модель;
- внесение и согласование корректировок в проект прямо на строительной площадке;
- строитель всегда обладает актуальной версией проектной документации;
- централизованный документооборот на вашем сервере или в облаке;
- отметки и оповещение о неполадках и\или изменениях наглядно, с привязкой к 2D- или BIM-модели;
- выгрузка исполнительной документации из BIM-модели.

### *Эксплуатация зданий*

Основные доходы своему владельцу здание приносит именно в период эксплуатации, которая растягивается на многие десятилетия. Информационная модель в этом случае позволяет проводить эффективное управление, учёт расходуемых ресурсов и поступающих платежей, качественно и своевременно проводить текущие и экстренные ремонтные работы, вносить необходимые коррективы в конфигурацию помещений, планировать капитальный ремонт и многое другое, что необходимо для обеспечения коммерчески успешного использования здания.

Что делать если нет информационной модели объекта? Это потребует от владельца дополнительных расходов на создание информационной модели здания на основе сохранившихся чертежей и обязательно результатов обследования (кстати, эти расходы меньше, поскольку модель делается по уже

имеющейся документации), но эффективности использования BIM при эксплуатации это нисколько не снижает. Если же модель уже была создана ранее, то всё проще - её надо просто дополнить нужной информацией.

Другое направление такой деятельности – информационное моделирование памятников истории и архитектуры с целью их содержания и музеефикации, здесь расходы в основном несёт государство. Наконец, применение BIM для управления энергетическими или особо сложными транспортными объектами – здесь доходы (экономия) принципиально больше, но суть та же – информационное моделирование делает эксплуатацию объектов коммерчески более успешной.

Практическая выгода от внедрения BIM:

- BIM-модель соответствует построенному объекту;
- строительные элементы BIM-модели содержат необходимую техническую документацию;
- наличие BIM-модели позволяет быстро находить и устранять неполадки, производить текущее техническое обслуживание объекта;
- приём текстовых, аудио и видео-заявок о неполадках с привязкой к конкретному расположению на местности и\или зоне.

### ***Вывод из эксплуатации и снос***

Об этом виде деятельности раньше у нас думать было как-то не принято, поскольку считалось, что всё просто – взяли да и снесли. С обычным зданием – возможно, так и есть. Положение становится принципиально более серьёзным, когда речь заходит о выводе из эксплуатации атомной электростанции. Совершенно очевидно, что без информационного моделирования здесь не обойтись, и что выгода от использования BIM совершенно очевидна, хотя величину этой выгоды оценить очень сложно – аналогов нет.

### **Тема 9.3. Практическое применение BIM технологий в строительстве.**

BIM – это, прежде всего, методология, описывающая совместный способ работы по созданию и использованию информационной модели как цифрового двойника (цифровое представление физических и функциональных характеристик) реального физического объекта на всех стадиях его

жизненного цикла. По своей сути BIM использует трехмерные модели и среду общих данных для эффективного доступа и обмена информацией между всеми участниками инвестиционно-строительного проекта, снижает риск ошибок и максимизирует способность команды к инновациям.

Создание цифровых стандартов – это неотъемлемая часть цифровой трансформации экономики. А основой цифровой трансформации процессов проектирования и строительства являются стандарты BIM.

Наибольшей популярностью пользуются серии открытых стандартов Autodesk. Авторы считают, что разработка и применение открытых BIM-стандартов являются прогрессивной практикой, а каждый последующий документ или новая версия способствуют повышению экономической эффективности от внедрения стандартизованных процессов информационного моделирования. (Хотя многие успешно используют «Allplan 2017 BIM-стандарт организации»).

В совместной рабочей среде от участников проекта требуется производить информацию с помощью стандартизованных процессов, а также согласованных регламентов и методов, чтобы обеспечить единство формы и качества, дающее возможность многократно пользоваться единожды произведенной информацией без изменений или искажений. Изменение процесса отдельным лицом, организацией или группой без согласования является препятствием для совместной работы. Таким образом, основной целью стандарта является регламентация процессов, обеспечивающих создание скоординированной, согласованной и актуальной проектно-строительной информации.

Состав документов включает платформенно-независимую часть, содержащую общие подходы и методики по организации, планированию и управлению BIM-проектом. И платформенно-ориентированную, содержащую практические руководства по реализации процессов информационного моделирования с применением платформ Autodesk Revit и Civil 3D, а также других решений входящих в отраслевую коллекцию Autodesk, для проектирования и строительства промышленных и гражданских объектов.

Стандарты носят рекомендательный характер и могут быть использованы организациями для разработки собственных стандартов.

#### **ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Информационная модель (ИМ, IM).** Совокупность представленных в электронном виде документов, графических и текстовых данных по объекту

строительства, размещаемая в среде общих данных (СОД) и представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла.



Рисунок 9.6. Информационная модель

### **Информационная модель объекта (ВІМ-модель).**

Объектноориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов.

**Задача применения информационного моделирования (ВІМзадача, ВІМ Use).** Метод применения информационного моделирования на различных стадиях жизненного цикла объекта для достижения одной или нескольких целей инвестиционно-строительного проекта.

**Сценарий использования информационного моделирования (ВІМ-сценарий).** Стандартизованный процесс, используемый для решения конкретной задачи применения информационного моделирования.

**Среда общих данных, СОД (CDE, Common Data Environment).** Комплекс программно-технических средств, представляющих единый источник данных, обеспечивающий совместное использование информации всеми участниками инвестиционно-строительного проекта. Среда общих данных основана на процедурах и регламентах, обеспечивающих эффективное управление итеративным процессом разработки и использования информационной модели, сбора, выпуска и распространения документации между участниками инвестиционностроительного проекта.

**Уровень проработки (LOD, Level Of Development).** Набор требований, определяющий полноту проработки элемента ВІМ-модели. Уровень

проработки задает минимальный объем геометрической, пространственной, количественной, а также любой атрибутивной информации, необходимой для решения задач моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта строительства.

**ВІМ-проект.** Инвестиционно-строительный проект, реализуемый с применением технологий информационного моделирования.

**Информационные требования заказчика (EIR, Employer's Information Requirements).** Требования заказчика (государственного заказчика, застройщика, технического заказчика или юридического лица, осуществляющего функции технического заказчика), определяющие информацию, предоставляемую заказчику в процессе реализации инвестиционно-строительного проекта с применением информационного моделирования, задачи применения информационного моделирования, а также требования к применяемым информационным стандартам и регламентам.

**План реализации ВІМ-проекта (ВЕР, ВІМ Execution Plan).** Технический документ, который разрабатывается, как правило, генпроектной и (или) генподрядной организацией для регламентации взаимодействия с субпроектными (субподрядными) организациями и согласовывается с заказчиком. Отражает информационные требования заказчика, задачи применения информационного моделирования, требуемые уровни проработки, роли и функциональные обязанности участников процесса информационного моделирования.

**Выявление коллизий.** Процесс поиска, анализа и устранения ошибок, связанных:

- с геометрическими пересечениями элементов модели;
- нарушениями нормируемых расстояний между элементами модели;
- пространственно-временными пересечениями ресурсов из календарно-сетевого графика строительства объекта.

#### **УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВІМ**

Для определения основных принципов информационного моделирования, а также целевых требований к информационным моделям и процессам моделирования, соответствующих настоящему времени, в мировой практике стандартизации ВІМ5 вводится понятие модели зрелости технологии ВІМ.



На рисунке 9.7 приведена модель зрелости технологии BIM, отображающая продвижение от 2DCAD до BIM Уровня 3.

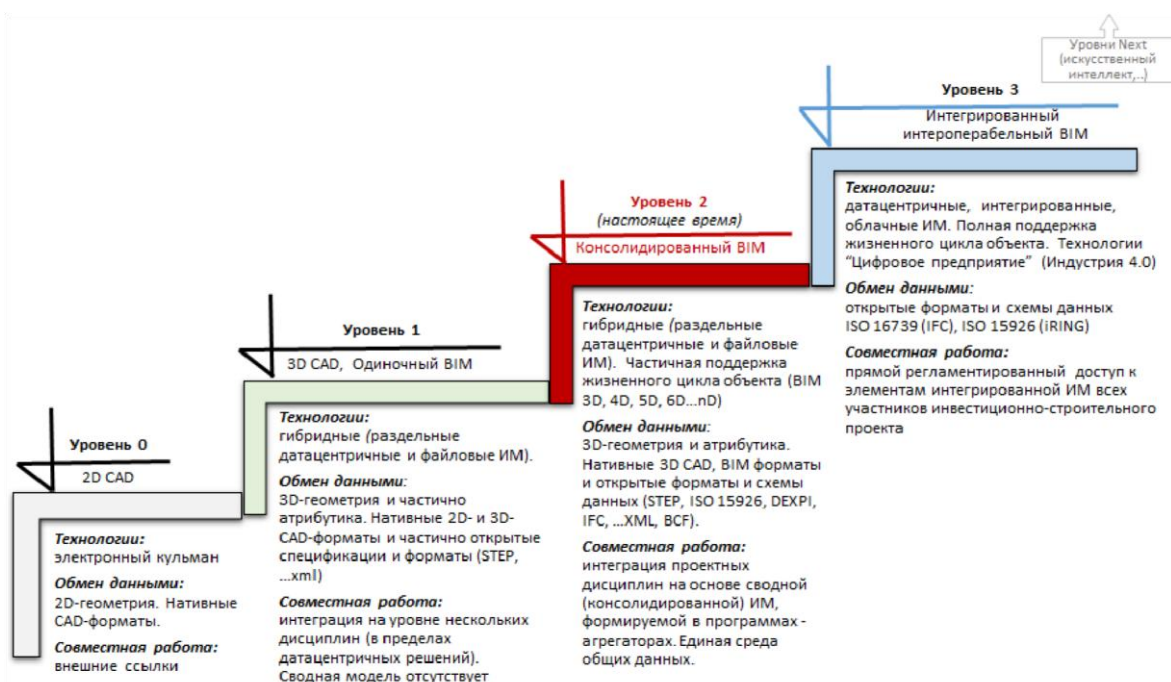


Рисунок 9.7. Уровни зрелости технологии BIM

### УРОВЕНЬ 0

Используется традиционный CAD в 2D-формате. Обмен данными осуществляется в основном на уровне 2D-геометрии. Совместная работа практически отсутствует или реализуется посредством внешних ссылок. На данный момент большая часть представителей отрасли промышленного проектирования успешно перешли к следующим уровням зрелости BIM-технологии.

### УРОВЕНЬ 1

Это уровень, на котором в настоящее время работает большинство организаций. Обычно это комбинация 3D CAD/BIM и 2D CAD (подготовка ПД и РД). Совместная работа, как правило, организована на уровне нескольких профильных дисциплин в рамках датацентричного программного комплекса. Сводная модель не формируется, поскольку многие дисциплины работают в 2D. Обмен данными осуществляется на уровне 3D-геометрии и атрибутики в рамках дисциплин, использующих 3DCAD/BIM решения. Открытые форматы практически не используются. Среда общих данных, как правило, организована на уровне файлового обмена, могут применяться системы управления инженерными данными (PDM).

## **УРОВЕНЬ 2**

Это целевой уровень зрелости технологии BIM, принятый к реализации в настоящее время во всех международных документах по стандартизации BIM. Основное отличие от предыдущих уровней и основная цель этого уровня – организация совместной скоординированной работы multidisciplinary проектных групп на основе сводной модели, размещаемой в среде общих данных. Для обеспечения интероперабельности используются как нативные, так и открытые форматы и схемы представления данных. Обмен данными осуществляется на уровне 3D-геометрии и атрибутивной информации. Данный уровень предполагает добавление следующих измерений: 4D (время) и 5D (стоимость) и частичное использование BIM на всех стадиях жизненного цикла объекта. На данном уровне могут выполняться работы по автоматизированному сбору данных по моделям и автоматизированным проверкам на коллизии.

## **УРОВЕНЬ 3**

Предполагает работу посредством web-сервисов всех проектных дисциплин и всех участников инвестиционно-строительного проекта к единой интегрированной датацентричной BIM-модели на основе открытых схем (онтологий) и форматов данных, семантик и классификаций. В настоящее время не существует документов по стандартизации этого уровня.

### **ПОДГОТОВКА И ПЛАНИРОВАНИЕ BIM-ПРОЕКТА**

Планирование BIM-проекта должно осуществляться всеми участниками процесса информационного моделирования (заказчиками, проектными и строительными организациями, службами эксплуатации) в целях:

- формирования целей и задач применения BIM на всех стадиях и этапах инвестиционно-строительного проекта (или на отдельных стадиях, на которых применяется BIM);
- обеспечения совместной работы на основе единой среды общих данных;
- распределения ролей и функций участников как на межорганизационном уровне взаимодействия, так и внутриорганизационном;
- определения информационных потребностей участников проекта;
- обеспечения надежного и непрерывного обмена информацией;

- определения потребности в требуемых для реализации проекта ресурсах;
- осуществления контроля качества информационных моделей.

Один из руководящих принципов разработки любого BIM-сценария: «начни разработку процесса с конечного результата». Это означает, что вначале нужно определить требуемые результаты на выходе из процесса и, уже анализируя эти требования, определить процесс реализации и требования к исходным данным на входе в процесс

(рис. 9.8.):

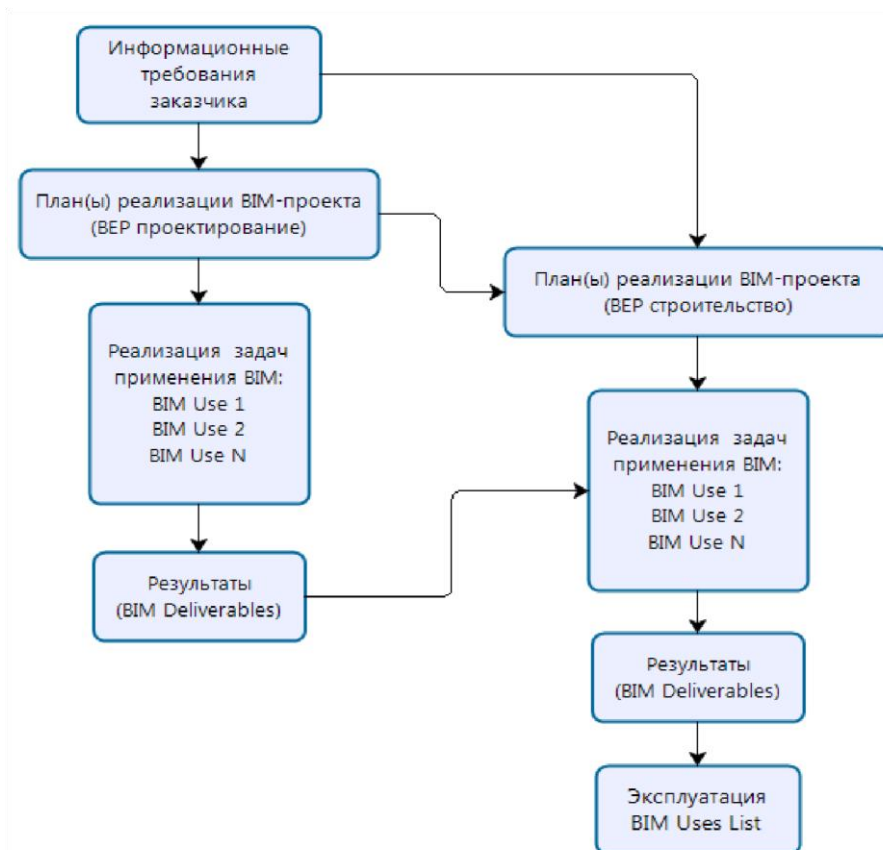


Рисунок 9.8. Схема планирования BIM-проекта

### МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ BIM-ПРОЕКТА

Изначальное планирование BIM-проекта должно осуществляться заказчиком (инвестором, застройщиком, техническим заказчиком) и далее всеми участниками инвестиционно-строительного проекта.

На рисунке 9.9 приведена примерная организационная схема реализации BIM-проекта.



Рисунок 9.9. Организационная схема реализации BIM-проекта

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА

Если заказчик (инвестор) принял решение о реализации инвестиционно-строительного проекта с применением BIM (на всех или отдельных стадиях жизненного цикла), то в дополнение к традиционному техническому заданию служба технического заказчика должна разработать документ «Информационные требования заказчика». Таким образом, данный документ входит в комплект договорной документации по проекту.

Основная цель разработки «Информационных требований заказчика» – четко сформулировать требования по предоставлению информации в соответствии с ключевыми точками принятия решений или этапами проекта, что позволяет исполнителям (проектировщикам и строителям) подготовить Планы реализации BIM-проектов (ВЕР), по которым заказчик может оценить предлагаемый подход и возможности по предоставлению требуемой информации.

Требования к информации должны быть конкретными, измеримыми, достижимыми, реалистичными и с ограниченными сроками в отношении определенных этапов проекта и обмена информацией.

Прежде всего, заказчик (инвестор) должен определить, какую пользу может принести BIM в части реализации требований к проекту, т.е. сформулировать цели и определить задачи применения BIM.

К современным проектам, как правило, предъявляются два основополагающих требования:

- обеспечение безопасной эксплуатации объекта;
- минимизация совокупных затрат жизненного цикла объекта.

Реализация этих требований обеспечивается за счет соблюдения существующих нормативно-технических документов, качественного управления на всех стадиях жизненного цикла объекта, использования эффективных технических решений, инноваций, энергоэффективных материалов и оборудования и, в том числе за счет применения цифровых технологий, включая BIM (рис. 9.10.).

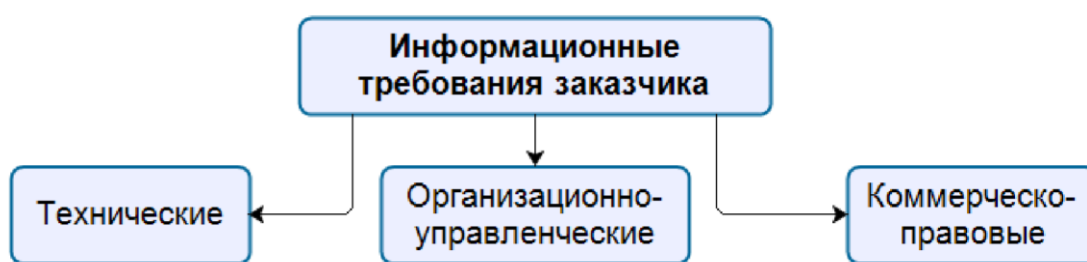


Рисунок 9.10. Состав информационных требований заказчика

#### **ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ BIM-ПРОЕКТА**

Планирование BIM должно осуществляться всеми участниками инвестиционно-строительного проекта по мере их привлечения на различных стадиях и этапах, причем координацию этих планов должен осуществлять управляющий информационным моделированием службы технического заказчика. Вследствие этого План реализации BIM проекта всегда является динамичным и периодически корректируемым документом. Исходными данными и основой для разработки Плана реализации BIM-проекта являются технические задания (на проектирование, строительство) заказчика и Информационные требования заказчика.

Главная задача Плана реализации BIM-проекта на стадии проектирования – планирование и организация скоординированной совместной работы всех участников проектных групп. Особенное значение он приобретает при координации работ генпроектировщика с субпроектными организациями.

Все участники проекта должны четко понимать цели и задачи применения BIM, свои функциональные обязанности, требуемые результаты на каждом этапе проекта. В этой связи в разработке Плана реализации BIM-проекта должны принимать участие представители всех проектных групп, BIM-менеджеры и координаторы, руководители проектов (ГИПы). План

должен быть согласован с внешними исполнителями и заказчиком. Процесс планирования BIM-проекта включает четыре основных этапа (см. рис. 9.11.).

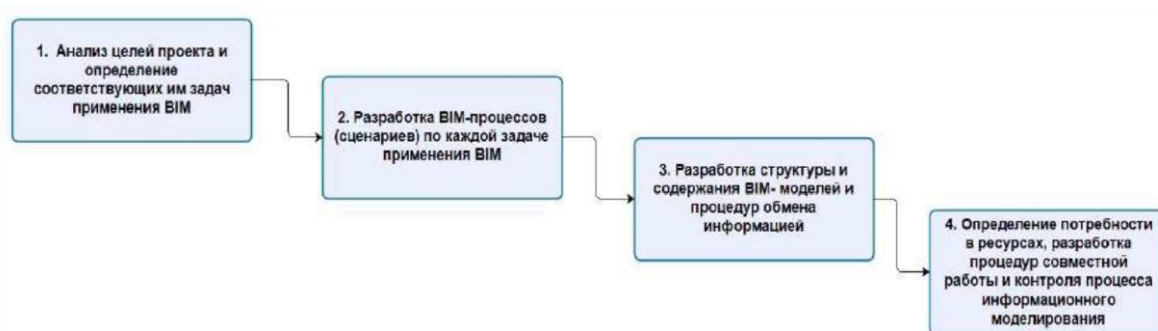


Рисунок 9.11. Процесс планирования BIM-проекта

### РОЛИ И ФУНКЦИИ УЧАСТНИКОВ BIM-ПРОЕКТА

Применение в проектах технологии информационного моделирования (BIM) позволяет вести разработку проекта в трехмерном пространстве, благодаря чему открываются новые возможности, но и одновременно влечет за собой изменение традиционных проектных процессов. С переходом от традиционных проектных процессов появляются новые роли, в том числе такие, как BIM-менеджер и BIM-координатор. Также у традиционных участников проекта — проектировщиков, руководителей проекта, руководителей подразделений, IT-служб и руководства организации — появляются новые роли и соответствующие функции.

Для успешной реализации BIM-проектов в организации необходимо предусмотреть роли, выполняющие стратегические, управленческие и производственные функции, которые могут выполняться на различных уровнях: уровне организации и уровне проекта.

На рисунке 9.12. представлена примерная структура основных ролей в организации:



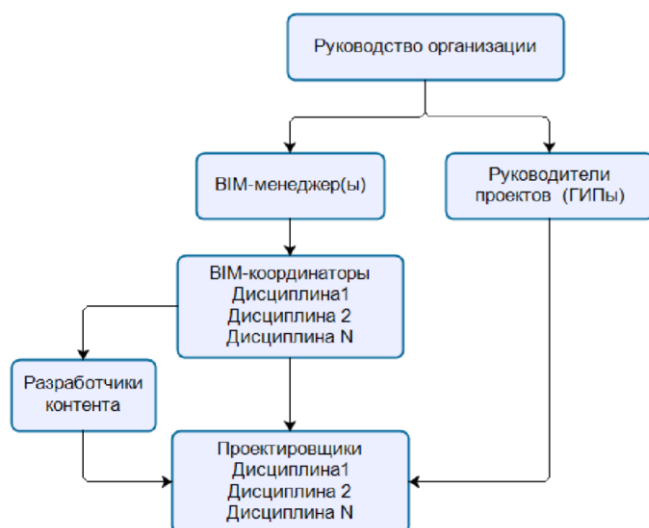


Рисунок 9.12. Примерная структура основных ролей в организации

### СРЕДА ОБЩИХ ДАННЫХ

Среда общих данных определяет регламент совместной работы над BIM-проектом в соответствии со стандартом BS1192:2007+A2:2016 на основе процедуры, именуемой «Среда общих данных» (CDE, СОД).

Основным фактором совместной работы участников проекта является способность к коммуникации, эффективному использованию и обмену актуальными данными без потерь и искажений.

Плохо подготовленная и скоординированная проектная информация является одной из причин увеличения сроков проектов, задержек, расходов и конфликтов. Процедура СОД предназначена для обеспечения надежного многократного обмена актуальной, проверенной информацией между участниками проекта, тем самым поддерживая высокое качество проектов. СОД – это один из способов предоставить членам команды проекта возможность работать сообща, более эффективно и безошибочно.

Обмен данными должен осуществляться через общую среду данных. Это единственный источник информации для проекта, используемый для сбора, разработки, управления, использования и распространения документации, информационных моделей и прочих графических и неграфических данных для всей команды проекта.

Информация в СОД распределяется по функциональным областям данных:

- «В работе»;
- «Общий доступ»; - «Опубликовано»; - «Архив».

Проектные данные должны последовательно проходить эти четыре области (рис. 9.13.), где они:

- разрабатываются, проверяются и утверждаются для совместного использования (область данных «В работе»);
- используются для согласования проектных решений (междисциплинарной координации) и утверждаются для выпуска проектной и рабочей документации (область данных «Общий доступ»);
- документируются, публикуются и используются всеми участниками проекта (область данных «Опубликовано»);
- архивируются в соответствии с принятыми в организации процедурами и регламентами (область данных «Архив»).

Перед обменом данные необходимо проверить и утвердить.

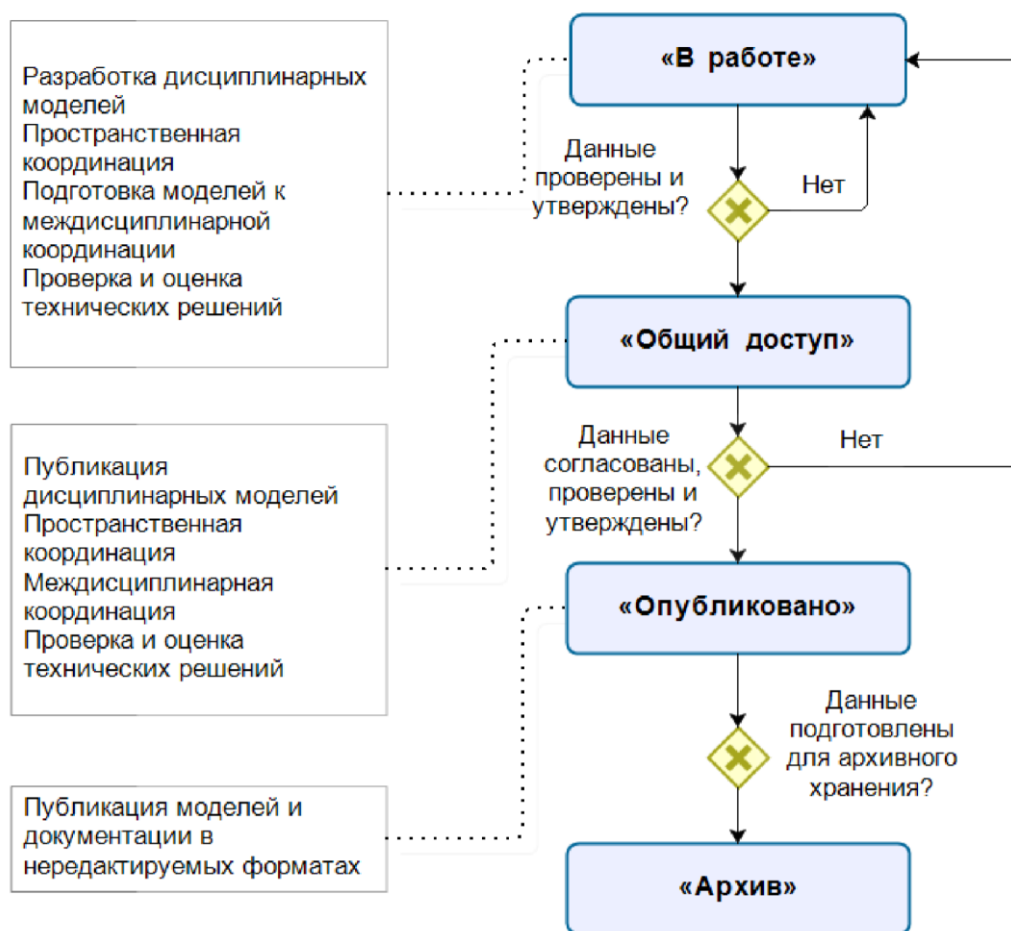


Рисунок 9.13. Процедура СОД

### РЕАЛИЗАЦИЯ BIM-ПРОЕКТА

Общепромышленный процесс реализации BIM-проекта рассматривается в разрезах стадий, а также разделов проекта.



В рамках процесса рассматриваются следующие стадии:

- технико-экономическое обоснование (ТЭО);
- проектная документация (ПД);
- рабочая документация (РД).

В рамках общепромышленного процесса учтены следующие разделы:

- схема планировочной организации земельного участка (СПОЗУ);
- технологические решения (ТХ);
- архитектурные решения (АР);
- конструктивные и объемно-планировочные решения (КР);
- инженерные разделы, охвачены все вместе из-за их большого количества и похожего исполнения.

### РЕАЛИЗАЦИЯ BIM-ПРОЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕШЕНИЙ AUTODESK

Инфраструктурный проект является совокупностью различных специальностей, и для каждой из них требуется свой программный комплекс. В связи с этим применяемый спектр программного обеспечения в инфраструктурном проекте очень широк и меняется от стадии к стадии.

В данном разделе представлены рекомендации по взаимодействию программных комплексов на базе решений Autodesk в зависимости от стадии проектирования.

### СХЕМЫ ПРОГРАММНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАДИИ ПРЕДПРОЕКТНОЙ ПРОРАБОТКИ

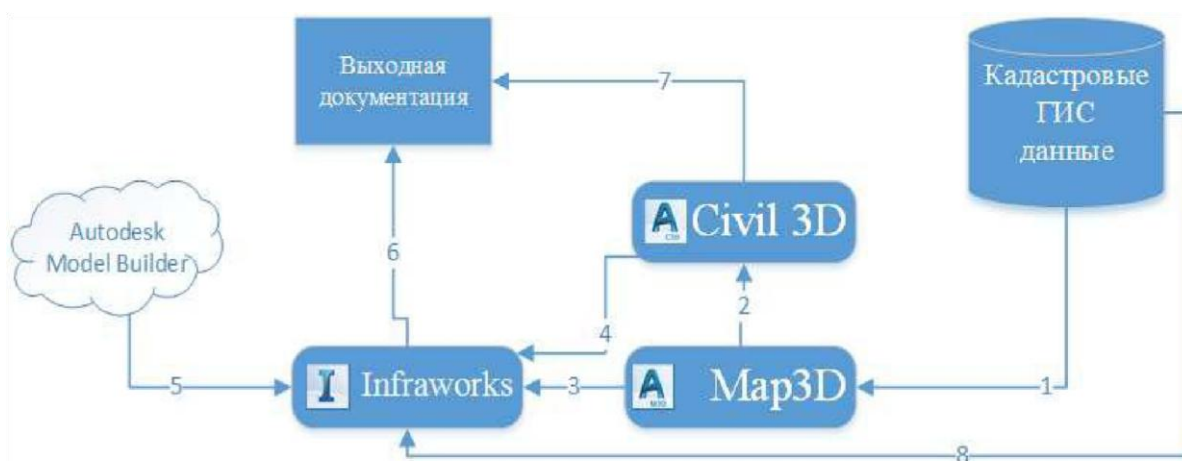


Рисунок 9.14. Схема программного взаимодействия на этапе бизнес-планирования

Основным источником данных выступают кадастровые данные о собственниках участков территории планирования и другие ГИС-данные (1). Через инструменты Map 3D эти данные попадают в Civil 3D (2) для формирования трассы или расположения объекта. Функционал Map 3D является частью стандартной поставки Civil 3D.

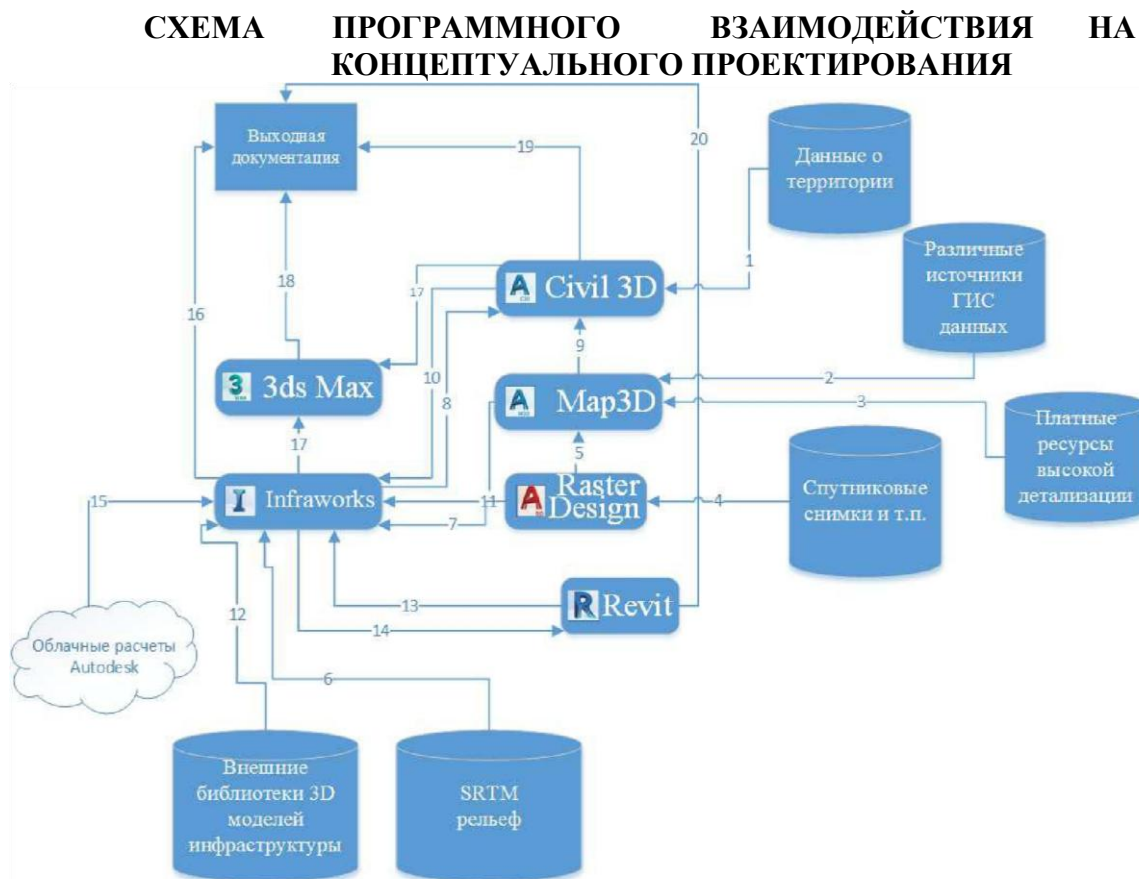


Рисунок 9.15. Схема программного взаимодействия на этапе концептуального проектирования

Базовыми продуктами для концептуального проектирования являются Autodesk Infraworks и AutoCAD Civil 3D. В AutoCAD Civil 3D на основе камеральных данных или любых других доступных исходных данных (1) формируется основа, желательно эту основу располагать в системе координат WGS84 для облегчения дальнейших работ.

Если исходные данные отсутствуют, то начинать работу следует в AutoCAD Map 3D, входящего в состав AutoCAD Civil 3D. Для этого необходимо получить основу территории из открытых (2) источников ГИС-данных. Это могут быть данные зональности, зданий, рек, дорог и т.п. К сожалению, открытые источники данных не располагают данными высокой

точности, в особенности высотностью зданий. Для этого рекомендуется обратиться к платным сервисам (3) для максимально точной и детализированной модели существующей инфраструктуры.

### СХЕМА ПРОГРАММНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА СТАДИИ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

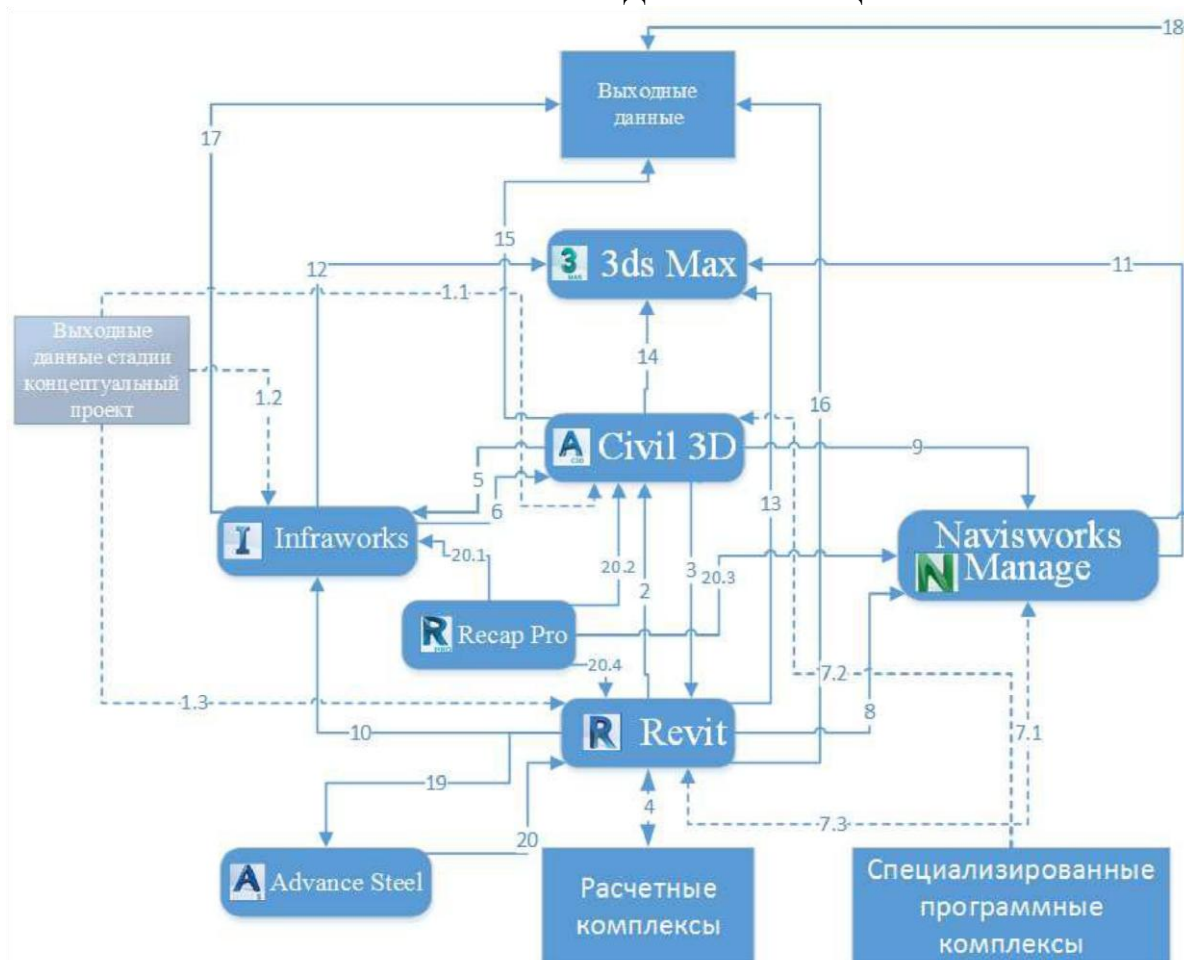


Рисунок 9.16. Схема программного взаимодействия на стадии подготовки проектной документации

После проведения этапа «Концептуальное проектирование» данные с этой стадии становятся основой для начала стадии «Проект»:

(1.1) В AutoCAD Civil 3D попадают чертежи, созданные ранее в этом продукте, и данные о существующем рельефе, проектном плане, профиле, а также контуры территорий, полученные из Autodesk Infraworks, которые воспринимаются Civil 3D как объекты Civil 3D.

(1.2) Модель Infraworks с этапа «Концептуальное проектирование» остается основой для дальнейших работ, изменения с ней происходят в рамках

корректировки и актуализации, в соответствии с новыми проектными решениями.

Основные работы на стадии «Проект» ведутся в AutoCADCivil 3D и Revit. Базовая задача состоит в координации и согласовании данных между Civil 3D и Revit (2 и 3).

Кроме этих основных программных комплексов существуют дополнительные продукты, в частности:

- Расчетные комплексы (4). Прежде всего, модель, создаваемая в Revit, должна быть сформирована с учетом особенностей программных расчетных комплексов.

- AutodeskInfraWorks на стадии «Проект» используется не только как способ корректировки визуальной модели, но и как элемент расчетов, которые не могут быть выполнены в AutoCADCivil 3D.

- В качестве исходных данных могут выступать и данные, полученные из Rescap-Pro. Это откорректированные данные лазерного сканирования, которые могут выступать визуальной основой InfraWorks (20.1), основой для DWG чертежа в AutoCADCivil 3D (20.2), элементом существующей инфраструктуры в AutodeskNavisworks (20.3) и объемной основой для создания моделей в Revit (20.3). Кроме этого, существует вариант получения моделей по данным фотограмметрии, выполненные в RescapPro. - Прочие специализированные программные комплексы.

В области проектирования объектов транспорта и инфраструктуры существует множество вспомогательных программных комплексов. Ряд программных комплексов позволяют напрямую передавать данные для построения сводной модели напрямую в Navisworks (7.1), но в большинстве случаев эти данные требуют доработки в AutoCADCivil 3D (7.2) или Revit (7.3).

#### **СХЕМА ПРОГРАММНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

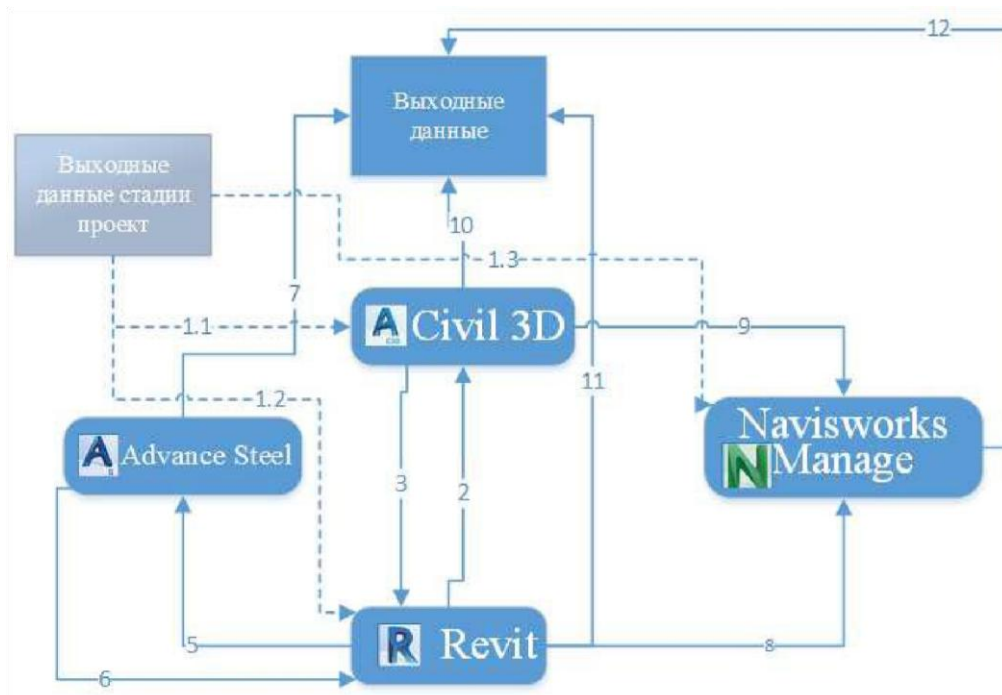


Рисунок 9.17. Схема программного взаимодействия на стадии разработки рабочей документации

На стадии разработки рабочей документации обычно происходит уточнение параметров и корректировка моделей под требования строительства. Поэтому процесс проектирования схож со стадией подготовки проектной документации («Проект»).

Данные со стадии «Проект» уходят как основа для разработки рабочей документации в Civil 3D (1.1), Revit (1.2) и Navisworks (1.3).

Основные продукты также остаются Civil 3D и Revit и, соответственно, их взаимодействие (2 и 3). Для задач выдачи документации, стадии РД, по маркам КМ и КМД (7) рекомендуется использовать Advance Steel, который может двухсторонне взаимодействовать с Revit (5 и 6) через специальный плагин.

Скорректированные данные рабочей документации уходят для координации в Navisworks из Civil 3D (9) и Revit (8).

Выходной документацией на стадии разработки рабочей документации являются чертежи детализовки из Advance Steel (7), чертежи и модели из Civil 3D (10), чертежи и модели Revit (11) и сводная модель из Navisworks (12).

### **Схема программного взаимодействия на стадии строительства**

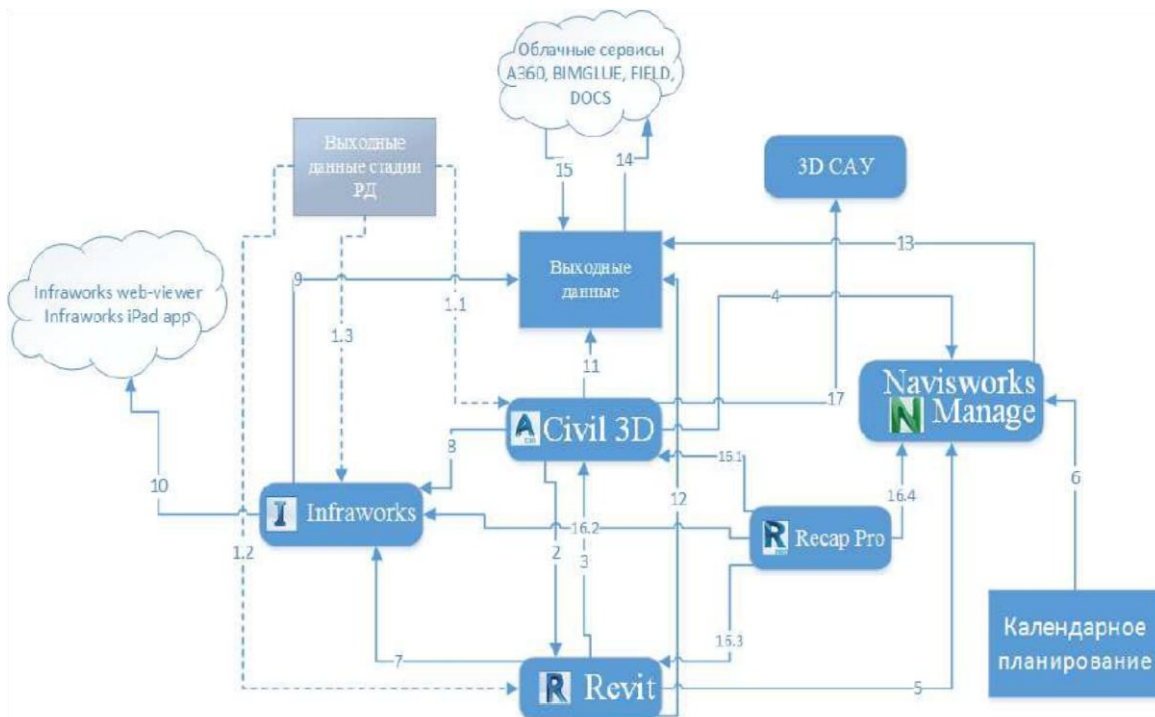


Рисунок 9.18. Схема программного взаимодействия на стадии строительства

Для планирования работ по строительству объекта необходимо на основе модели составленной рабочей документации формировать модель производства строительных работ с учетом существующей инфраструктуры, подъездных путей, этапности возведения и т. п. Для формирования точных значений и чертежей такие работы рекомендуется выполнять в связке AutoCAD Civil 3D и Revit (2 и 3) на основе данных стадии рабочей документации (1.1 и 1.2). Кроме того, данная связка может использоваться для контроля хода строительных работ. Данные со строительной площадки поступают в Civil 3D или Revit, где происходит сравнение выполненных работ и рабочей модели, тем самым контролируются объемы выполненных работ.

Для создания модели календарного планирования (4D-модель) полученные модели экспортируются в Navisworks (4 и 5), где происходит привязка моделей к календарному графику на основе данных программного обеспечения календарного планирования (6).

На стадии подготовки строительства для максимальной наглядности могут формироваться модели проекта организации строительства с учетом существующей инфраструктуры и всех особенностей строительной площадки. Для этого необходимые данные с этапов проектной/рабочей документации (1.3) и модели строительных работ (7 и 8) поступают в Autodesk Infraworks. Непосредственно в Infraworks с максимальной наглядностью происходит

формирование визуальной модели проекта организации строительства, которая становится выходной документацией этапа в виде презентационных материалов (9) и в виде online-модели, доступной в любом браузере или на планшете iPad (10) за счет публикации сценария Infraworks.

Использование функционала фотограмметрии и обработки лазерного сканирования в RescapPro позволяет в максимально сжатые сроки получить данные об объемах выполненных работ со строительной площадки. В AutoCAD Civil 3D (16.1) и Revit(16.3) эти данные позволяют контролировать объемы перемещенного грунта, геометрию и положение объектов, в Infraworks (16.2) и Navisworks (16.4) – наглядно демонстрировать ход работ.

В итоге в выходной документации по этапу становятся чертежи и модели AutoCAD Civil 3D (11), Revit (12), Navisworks (13), модель и презентационные материалы Infraworks(9) и online модели (10) Infraworks. Данные настоящего этапа на основе продуктов Autodesk 360® (14) могут быть вынесены на строительную площадку, а оттуда могут поступить на обработку обратно (15). Данные из Civil 3D (17) могут быть переданы в 3D-системы автоматического управления дорожно-строительной и землеройной техники (3DCAU), которые позволяют автоматизировать работу машин, увеличить скорость и точность работ.

***В рамках курса АСУС нам особенно интересны Navisworks и SYNCHRO Pro, поскольку они позволяют связать проектные данные с задачами календарного планирования.***

#### **AUTODESK NAVISWORKS**

Autodesk Navisworks - это комплексное решение для проверки проектов, которое поддерживает 5D-моделирование, координацию, анализ и передачу информации о замысле проекта и конструктивности. Многодисциплинарные проектные данные, созданные в широком спектре приложений информационного моделирования зданий (BIM), цифрового прототипирования и проектирования технологических установок, могут быть объединены в единую интегрированную модель проекта. Полный график, количественная оценка, стоимость, анимация и возможности визуализации помогают пользователям демонстрировать замысел проекта и моделировать конструкцию, помогая улучшить понимание и предсказуемость. Навигация в режиме реального времени в сочетании с набором инструментов просмотра способствует совместной работе проектной группы. Модели всего проекта



можно публиковать и просматривать в файловых форматах NWD и DWF™, что обеспечивает ценные цифровые ресурсы от проектирования до конструирования. Инструменты управления помехами помогают специалистам по проектированию и строительству предвидеть и избегать потенциальных проблем до начала строительства, сводя к минимуму дорогостоящие задержки и переделки (доступны только в Autodesk Navisworks Manage). Модели всего проекта можно публиковать и свободно просматривать с помощью программного обеспечения Autodesk Navisworks Freedom.

Программное обеспечение Autodesk Navisworks Freedom - это бесплатный просмотрщик форматов файлов NWD и DWF™. Navisworks Freedom расширяет представление всего проекта для всех заинтересованных сторон проекта, помогая улучшить коммуникацию и сотрудничество. Многодисциплинарные модели, созданные в широком спектре приложений, включая информацию из информационного моделирования зданий (BIM), цифровых прототипов и проектирования технологических установок, могут быть объединены в единую интегрированную модель проекта и опубликованы в формате NWD с помощью программного обеспечения Autodesk Navisworks Simulate или Autodesk Navisworks Manage. Опубликованный файл предоставляет доступ к иерархии модели, свойствам объекта и встроенным данным обзора, включая точки обзора, анимацию, красные линии и комментарии.

Navisworks Manage предназначен для комплексной экспертизы архитектурно-строительных и инженерных проектов, позволяющий полностью контролировать результаты. Программа дает возможность эффективно координировать выполняемые работы, моделировать процесс строительства и проводить комплексный анализ проекта.

Navisworks Manage может быть особенно интересен компаниям, занимающимся генеральным подрядом и генеральным проектированием. Уметь использовать Navisworks должны BIMкоординаторы; специалисты, принимающие модель от подрядчиков; а также руководители отделов, если они собирают модель из нескольких файлов.

Navisworks позволяет собрать объёмы со всех элементов модели, не важно, откуда они загружены. Например, Navisworks можно использовать для проверки сметы, созданной в специализированных приложениях.

Navisworks одинаково работает с моделями любых форматов – например, проверка коллизий между КМ из Tekla и AP, OB, BK в Autodesk



Revit. После чего все объекты можно присоединить к графику производства работ из MS Project или Oracle Primavera.

### **SYNCHRO PRO**

SYNCHRO Pro является более дорогостоящим программным обеспечением, чем Autodesk Navisworks, но вместе с тем предоставляет больше возможностей: позволяет делить 3D-элементы на части для возможности выполнения работ по захваткам; предоставляет возможность создавать простые 3D-элементы, необходимые для моделирования временных конструкций; включает в себя функционал «Визуальные профили», работающий более корректно, чем «Типы задач» в Navisworks; позволяет учесть движение техники по объекту, а также направления выполнения отдельных строительных работ.

SYNCHRO Pro может синхронизироваться с такими системами планирования проектов, как Microsoft Project, Oracle Primavera P6 и PowerProject. Известны исследования применения для 4D-моделирования иного программного обеспечения, например, Project Expert.

Изменения параметров работ календарного графика, а также учёт в графике фактических сроков выполнения работ, достаточно оперативно находят отражение в системах 4D-моделирования. Если разработчик календарного графика добавил новые работы и/или удалил существующие, пользователь 4D-модели обнаружит эти изменения после её синхронизации с графиком, что может потребовать пересмотра связей между элементами 3D-модели и работами обновлённого графика, но совершенно точно не потребует переделки всей 4D-модели.

SYNCHRO Pro включает в себя модуль календарно-сетевого планирования, включающий очень мощный функционал, существенно превышающий возможности клиентской версии Microsoft Project, в то время как Navisworks включает модуль Timeliner, позволяющий только вводить вручную данные о сроках работ (т.е. средство «рисования» графиков). Таким образом, SYNCHRO Pro можно использовать одновременно и для планирования, и для 4D-моделирования проекта; приобретать дополнительное программное обеспечение и разделять функционал разработчика календарного графика и разработчика 4D-модели уже не нужно.

Для эффективного 4D-моделирования строительства существенные затраты времени и денег не нужны.

Оценочная трудоёмкость разработки детальной 4D-модели строительства жилого дома (или аналогичного по масштабу объекта) составляет менее 1 человеко-месяца.

Исходные данные для 4D-модель- 3D-модель объекта и детальный календарный график.

Визуализация календарного графика, а также отчет о ходе работ позволяет всем без исключения участникам строительного проекта понимать принятые организационно-технологические решения, текущую ситуацию, проводить план-фактный анализ и правильно понимать проблемы строительства.

### **Примеры успешного использования BIM**

*В рамках курса АСУС нас больше всего интересует успешное использование BIM-модели для решения задач организации, управления и экономики строительства.*

### **BIM в РФ и странах СНГ**

Упомянутая выше программа «Гектор» успешно использует BIM-модели для разработки сметной документации.

#### **ПРОГРАММА "ГЕКТОР: 5D СМЕТА"**

НТЦ "Гектор" предлагает эффективное решение для разработки сметной документации на основании информационных моделей строительства объектов (BIM), разработанных с использованием Autodesk Revit.

Пользователями программы являются проектировщики, работающие в Revit, и сметчики. Наличие специалистов, компетентных и в проектировании, и в сметном деле, не требуется.

Программа обеспечивает:

- выгрузку информации по конструктивным элементам из проекта Revit с использованием различных фильтров;
- удобное для сметчика представление всей информации, имеющейся в проекте Autodesk Revit;
- доступ к сметно-нормативным базам с эффективными средствами поиска;

- назначение сметных норм элементам модели с использованием настраиваемых формул расчета объема работ;

- возможность хранения и использования пользовательских наборов сметных норм, сгруппированных по категориям и видам конструктивных элементов;

- поддержку автоматической привязки сметных норм к типовым проектам;

- загрузку привязанных сметчиком сметных норм в проект Revit, их хранение и просмотр, контроль скорректированных элементов, проверку привязки сметных норм ко всем элементам модели;

- передачу данных в сметную программу для расчета сметной стоимости.

Особенностями программы являются:

- рабочие места проектировщика и сметчика разнесены, привязка сметных норм может проводиться на рабочем месте сметчика без установленного Revit;

- не предъявляется никаких требований к проектам Revit (привязка к элементам каких-либо специальных параметров, пользовательская классификация элементов и др.), однако если проект выполнен с использованием каких-то фирменных правил или регламентов, то это может эффективно использоваться – сметчик видит и может использовать любые пользовательские свойства конструктивных элементов;

- поддержка слоев, возможность привязки сметных нормативов как к элементу в целом, так и к его слоям;

- выгрузка информации в сметную программу производится в открытом формате XML, доступном всем разработчикам сметных программ. В настоящее время загрузка этого формата поддерживается в сметной программе Гектор: Сметчик-строитель, в дальнейшем и другие сметные программы смогут загружать информацию из программы. Возможно преобразование формата XML в формат АРПС 1.10, поддерживаемый большинством сметных программ.

В составе программы поставляются рекомендации по включению в проекты информации, необходимой для разработки сметной документации.

Программа состоит из двух частей:

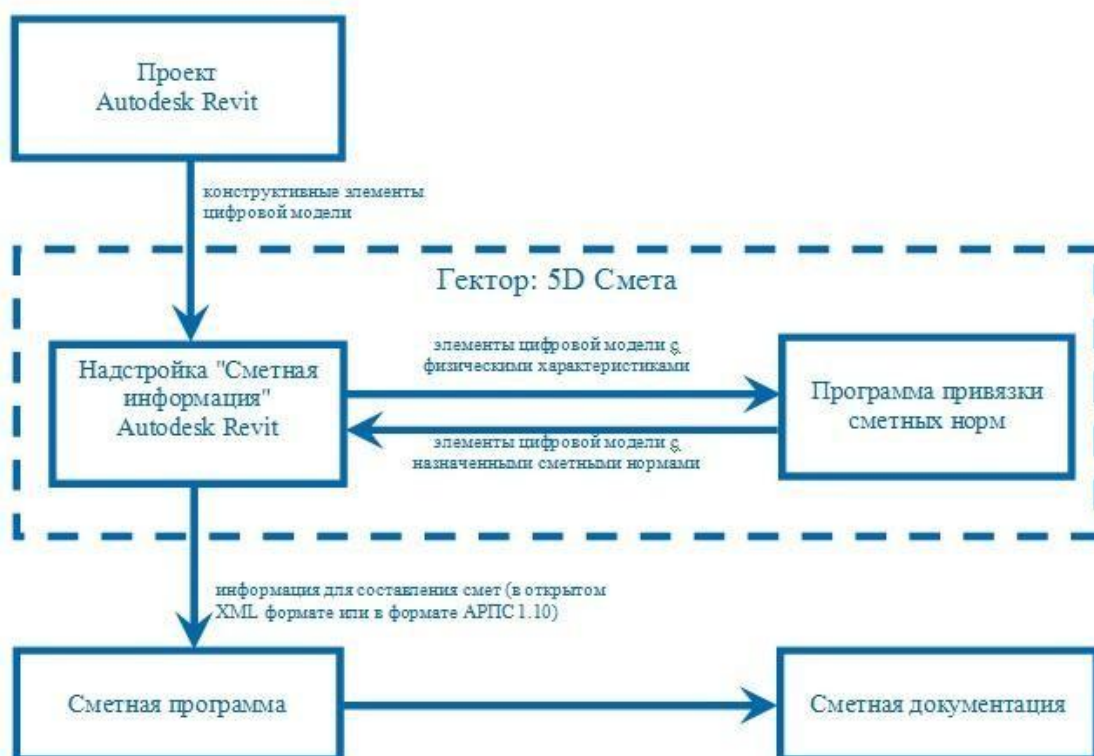


Рисунок 9.19. Гектор 5D Смета

**Надстройка "Сметная информация"** Autodesk Revit (рабочее место проектировщика) позволяет выгружать информацию по всем или выбранным конструктивным элементам, загружать в проект Revit привязанные сметные нормы, контролировать полноту сметы (привязку сметных норм ко всем элементам), предупреждать о необходимости корректировки сметных норм при изменениях элементов проекта, выгружать информацию в сметные программы.

**Программа привязки сметных норм (рабочее место сметчика)** обеспечивает просмотр всех параметров конструктивных элементов, группировку однотипных элементов, индивидуальную или групповую привязку сметных норм, подключение различных сметно-нормативных баз, интеллектуальный поиск норм по названиям и/или физическим параметрам, корректировку формул расчета объемов работ с использованием физических параметров конструктивных элементов, создание и использование пользовательских наборов норм для применения к типовым конструктивным элементам, а также наборов норм для типовых проектов, выгрузку информации по привязке сметных норм для загрузки в Revit.

В результате работы программы "Гектор: 5D Смета" создается файл XML, содержащий все конструктивные элементы с привязанными сметными нормами. Для каждого элемента указывается уровень (этаж), что позволяет автоматически делить итоговую смету по этажам и/или конструктивным элементам. Структура файла открыта для использования любыми разработчиками программ. Возможно преобразование файла XML в формат АРПС 1.10 (без ценовой информации).

Разработчики предполагают расширять функциональные возможности программы. В ближайших планах – реализация привязки ресурсов при подборе сметных норм, дополнительные средства контроля за изменениями конструктивных элементов в проекте Revit.

### **ALLPLAN**

В Allplan доступен импорт и экспорт библиотек материалов, 3Dмоделей, 2D-планов, фотографий и многого другого благодаря интеграции с платформой Vimplus\*.

Vimplus – платформа взаимодействия участников в облаке.

Эффективная коммуникация и плодотворное сотрудничество: еще никогда не было проще оставаться на связи с клиентами и коллегами. На стройплощадке, в офисе, или в пути - всю информацию о проекте теперь можно хранить и получать из единого источника - 3D модели, 2D планы, фотографии, оповещения и многое другое.

Vimplus является стандартизированной центральной платформой от Nemetschek для обмена информацией. Благодаря облачным технологиям вся информация синхронизируется и обновляется круглосуточно. Тесная интеграция делает Allplan лучшим инструментом для моделирования, позволяя наслаждаться всеми преимуществами платформы Vimplus. Вам не нужно импортировать и экспортировать модели, достаточно одного нажатия, чтобы сохранить и синхронизировать свою работу.

Бесплатный браузер BIM – это мощный инструмент для согласованного управления и сотрудничества в проектах BIM. Программа позволяет комплексную и эффективную координацию действий проектных команд, субподрядчиков, а также обеспечивает полный надзор за BIM-моделью. Благодаря Allplan Vimplus можно быстро выявить все неточности, а затем оперативно распределить задачи между сотрудниками и партнерами, участвующими в проекте.

## **VIMDATA**

Система предназначена для управления затратами, графиками, объемами и качеством инвестиционно-строительного проекта. Благодаря использованию платформы заданные ресурсы распределяются автоматически на протяжении всего проекта. Ее внедрение улучшает процесс контроля строительства – отслеживает сроки работ, выявляет отставания, рассчитывает ресурсы и фиксирует отступления от проекта. Выполняются такие виды работ, как лазерное сканирование монолитных конструкций, построение цифровой модели по облаку точек, выявление пространственных коллизий, работа с моделью на строительной площадке, внесение исполнительной документации в цифровую модель.

С 2022 года VIMDATA начала переходить на полностью альтернативный подход в использовании ПО, отказавшись от обязательного применения продуктов Autodesk, тем самым дали возможность пользователям загружать модели в формате IFC. В некотором роде это решение было "пророческим" и сейчас это становится необходимостью. Продукт развивается с точки зрения его автономности и независимости от других программных продуктов, при этом оставляя возможность загружать файлы популярных форматов.

## **VIM В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

На развитие BIM в Беларуси во многом повлияло два обстоятельства: эра digital-технологий в целом и идеология государства, направленная на цифровизацию экономики. Сегодня Building Information Modeling становится реальностью и конкурентным преимуществом для отечественных проектных организаций. Перед участниками стройкомплекса республики поставлена задача внедрить в свою деятельность технологии информационного моделирования. Преобразования в этом направлении ведутся уже на протяжении нескольких лет. Плюсы от применения BIM-технологий весьма ощутимы: количество ошибок на стадии проектирования значительно снижается, сокращаются сроки строительства.

## **ABC-РНТЦ**

Вместе с российскими коллегами, которые сотрудничают с нашими специалистами в данной области, был разработан программный комплекс ABC-РНТЦ, позволяющий рассчитывать стоимость объекта, спроектированного по BIM-технологиям (Building Information Modeling), -- пояснил руководитель РНТЦ, кандидат экономических наук Геннадий Пурс. - Речь идет о комплексном информационном моделировании здания. Проще

говоря -- это переход от стандарта компьютерных коммуникаций 3D к функциональным возможностям платформы 4D и 5D. Для проектировщиков и сметчиков, инженеров, специалистов УКСов первый белорусский BIM-продукт является переходом на принципиально новый уровень ведения бизнеса в строительстве. Данный метод широко применяется в мировой практике. Представили такой комплекс и мы. Это универсальный продукт для использования в международной хозяйственной практике. Предназначен для всех участников инвестиционного процесса: проектных, подрядных организаций и заказчиков строительства.

База знаний является основным компонентом интеграции с BIM-системами и позволяет решить задачу разработки сметного раздела с использованием BIM автоматизированным способом.

**База знаний ABC** – интеллектуальная экспертная система экономики строительства. Является связующим звеном между проектными решениями инженерно-технического свойства и выступает как интеллектуальный преобразователь проектных решений в сметноэкономические.

**ABC-Рекомпозитор** – программная среда, преобразующая сведения об объемах из BIM-модели в структуру сметноэкономического вида для целей дальнейшей разработки полного комплекта сметной и ресурсной документации по объекту. Рекомпозитор является универсальным средством и позволяет производить объединение проектных данных из различных BIM-систем в единый сметный проект. На выходе рекомпозитора формируется сметное задание для передачи в сметный программный комплекс.

Тесная интеграция ABC с BIM-системами позволяет решать экономические задачи на любой стадии строительного проектирования.

Переход от традиционной схемы проектирования к BIM – это, в первую очередь, смена технологии проектирования, а не компьютерной программы. Переход от традиционной схемы проектирования к BIM-моделированию позволяет связывать все сведения, вырабатываемые в процессе проектирования в единую взаимосвязанную, хранимую в BIM-модели базу данных. Сметные решения хранятся в модели в параметрическом виде и могут изменяться в зависимости от параметров элементов модели.

Внесение в BIM-модель сведений экономического свойства осуществляется с использованием интеллектуальной экспертной системы «База знаний ABC». Инструменты «Базы знаний» позволяют использовать инженерно-технические и описательные свойства элементов модели в полной

мере и формировать на их основе правила применения сметных нормативов, зависящие от сочетания таких свойств.

Связь элемента BIM-модели со сметной средой формализуется в виде отдельного параметрического свойства или атрибута, которое является ссылкой на конкретное правило применения сметных нормативов. Экономические сведения хранятся непосредственно в модели и изменяются вместе с ней, в любой момент, создавая на выходе сметную оценку.

Обеспечивается возможность рассматривать элементы модели не только с инженерной точки зрения, но и с точки зрения стоимости. Средства интеграции позволяют мгновенно получить информацию о стоимости, как всей модели, так и отдельных её частей, конструкций, этажей, секций ит.д.

На базе одной и той же модели можно получать все требуемые сметные оценки. Обеспечивается возможность формирования смет, как на основе российских сметных нормативов (ГЭСН, ФЕР, ТЕР, ТСН, НЦКР), так и стран СНГ (Казахстан, Беларусь), а также с использованием фирменных сметных нормативов.

Применяемые на сегодняшний день схемы BIM-моделирования предполагают использование дополнительных сведений в модели для получения стоимостных и ресурсных оценок, оставляя без внимания ещё одну важнейшую координату – время.

Ввод в модель понятия времени и присвоение значения этому свойству для каждого элемента модели, полученное путём создания графика производства работ в среде управления проектами, позволяет достигать качественно нового уровня в проработке модели.

Существующая много лет система календарно-сетевое планирования и управления строительными проектами «АККОРД» позволяет создавать календарные графики строительства на основе результатов расчета локальных смет. Полученные графики помогают эффективно решать задачи организации строительного производства и планирования производства работ.

Та легкость, с которой BIM-модель позволяет формировать экономический раздел проекта, позволяет говорить как о многократном снижении времени на внесение изменений в проект, устранении ошибок проектирования или доработки, так и о возможности параллельного вариантного проектирования. Причем, вариативность может проявляться как в части применения архитектурно-планировочных или инженерных, так и в сфере экономических решений (например, одновременный расчет стоимости строительства объекта для нескольких регионов или стран).



Результаты расчета смет и результаты календарного планирования могут быть экспортированы в другие аналогичные системы. Для этих целей в ABC и в АККОРД реализованы функции экспорта в ERP-системы.

## **РАЗДЕЛ 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

### **Лабораторная работа №1.**

**Проектирование БД. Создание БД и структуры таблиц. Ввод данных.  
Схема данных.**

#### **Этап проектирования базы данных.**

Работа с БД всегда начинается с проекта. Для проектирования БД необходимо погрузиться в свою предметную область, знать ее специфику, используемые данные, выходные документы и т.д.

На первоначальном этапе работы с БД достаточно трудно самостоятельно грамотно создать необходимую структуру таблиц. Поэтому эти структуры указаны в таблицах. При последующей работе со своей БД проектирование необходимо будет проводить самостоятельно.

Объекты и связи между ними не зависят от применяемой СУБД, поэтому необходимо независимое средство для описания данных об объектах и о связях между объектами. Для этого могут помочь – метод ER-диаграмм и другие методы CASE-систем (Computer Aided Software Engineering – компьютерная поддержка разработки программ). Для учебной БД достаточно средств СУБД. Конечно, хорошо бы на этой стадии обучения изучить основные понятия, такие как: Сущность; Атрибут; Домен, Первичный ключ. Но мой опыт преподавания показывает, что на первоначальной стадии обучения эти академические определения большинство студентов отпугивают, кажутся им надуманными. Необходимы простые объяснения на конкретных примерах.

Сущность – таблица, в которой содержатся сведения о чем-либо (Материалы, Механизмы...).

Сущности (таблицы) описываются данными, называемыми атрибутами

(attributes).

Атрибуты или набор атрибутов – конкретные поля таблиц (Материалы – Код, Наименование, Единица измерения, Цена).

Домен - тип данных, назначаемый полю. Например, целые числа – (Номер позиции), действительные числа - (Объем работ), текстовые значения определенной длины - (Наименование 255 символов) и т.д. Первичный ключ – поле с уникальными значениями (Код в таблице Материалы).

Конечно, такое упрощение годится только для начального освоения. В надежде, что в дальнейшем, по мере освоения практических приемов, студенты переосмыслят теорию множеств и реляционную модель данных.

Также необходимый этап при проектировании это установление связи между сущностями. Типы связей «один-к-одному» (one-to-one relationship) «один-ко-многим» (one-to-many relationship) обычно интуитивно понятны и не требуют отдельных объяснений. Связь «многие-ко-многим» (many-to-many relationship) не поддерживается непосредственно реляционной моделью данных и сводится к связям «один-ко-многим» путем ввода промежуточной таблицы.

Структура данных предметной области может отображаться информационно-логической моделью. При построении такой модели должны быть обеспечены требования нормализации данных. Как правило, достаточно следовать 3 нормальной форме. Логическая структура реляционной базы данных Access является адекватным отображением полученной информационно-логической модели предметной области. Каждый информационный объект модели данных отображается соответствующей реляционной таблицей. Структура реляционной таблицы определяется реквизитным составом соответствующего информационного объекта, где каждый столбец (поле) соответствует одному из реквизитов объекта. Ключевые реквизиты объекта образуют уникальный ключ реляционной таблицы. Для каждого столбца таблицы (поля) задается тип, размер данных и другие свойства. Строки (записи) таблицы соответствуют экземплярам объекта и формируются при загрузке таблицы. В Access схема данных наглядно отображает логическую структуру базы данных.

Основным источником данных для исследования предметной области являются справочные, плановые и оперативно-учетные документы. На основе исследования составляется описание предметной области и данных, которые нужно разместить в базе.

Нам необходимо создать базу данных, содержащую информацию о нормативной базе и о выполнении СМР. База данных должна обеспечить

ведение нормативно справочной информации (НСИ), ввод и корректировку актов выполненных работ и получения обязательных выходных документов.

Информационное обеспечение такого приложения пользователя включает:

- Нормативно справочную информацию НРР2017; (Конечно только основные компоненты). - данные о выполнении СМР.

Рассмотрим информационную структуру Нормативно справочной информации НРР2017.

Основные элементы этой структуры включают в себя:

- Справочник работ (База);
- Справочник материалов;
- Справочник механизмов;
- Межразрядные расчетные коэффициенты; - Нормы расхода материалов; - Нормы использования механизмов.

Каждый справочник, содержит реквизит, играющий роль идентификатора строки (обычно код). Например, в справочнике Материалов идентификатором является Код материала, который однозначно определяет описательные реквизиты: Наименование материала, Единицы измерения и Цены. Присвоим реквизитам справочника товаров сокращенные обозначения - имена полей. Такой простейший по структуре справочник однозначно отображается в таблице. Из анализа справочника видно, что реквизиты Наименование материала (Наим), Единица измерения (ЕИ), Цена являются описательными. Каждый из них функционально полно зависит только от уникального идентификатора товара — Кода материала (Код\_Мат), значит Код\_Мат является ключевым полем.

Для документов с такой простейшей структурой данных нет необходимости в дополнительных действиях по выделению информационных объектов, т.к. здесь все реквизиты образуют одну группу реквизитов с общим ключом, т. е. все реквизиты простейшего справочника образуют один информационный объект. Назовем такой объект для данного документа Справочник материалов с ключом Кода материала (Код\_Мат).

Аналогично легко определить информационный объект по справочникам База, Механизмы, Межразрядные расчетные коэффициенты.

Следующий этап проектирования это определение связей между информационными объектами и типы отношений,

Связи между объектами База → Межразрядные расчетные коэффициенты (1 : М), т. к. с одним разрядом может быть много работ, а одна работа всегда имеет конкретный разряд.

Сложнее обстоит дело с Нормами расхода материалов и Нормами использования механизмов.

Нормы расхода опираются на таблицы База и Материалы. Сами эти таблицы между собою не связаны. Но они связаны с Нормами однозначными связями. Между Базой и Материалами существует много-многозначная связь. Много-многозначные связи не могут непосредственно реализовываться в реляционной базе данных. Поэтому возникает необходимость их преобразования путем введения дополнительного объекта "связка". Таким объектом будет таблица Нормы. Она является подчиненной в однозначных связях по отношению к Базе и Материалам. Объект-связка должен иметь идентификатор, образованный из идентификаторов исходных объектов - Обоснование и Код\_Мат. Аналогичные рассуждения приводят нас к определению структуры и типу связей для Норм использования механизмов. Рассмотрим информационную структуру оперативной информации. В нашем, упрощенном, виде элементы этой структуры включают в себя:

- Стоимости человеко-часов; - Акт выполненных работ (АКТ).

Стоимости человеко-часов задумывались ранее привязанными к календарному периоду, но на текущий момент с 1 ноября 2021 г. следует руководствоваться ценой 1-го человека-часа рабочих-строителей 4-го разряда в размере 8,20 рубля независимо от вида выполняемых работ. Таблица АКТ содержит информацию по конкретному объекту, и за конкретный календарный период. Ключевое поле - Номер позиции. Все последующие расчеты будут основаны на данных хранящихся в таблице АКТ.

### **Порядок работы.**

1. Создать новую базу данных Access (БД). Имя БД определяется фамилиями студентов, выполняющими работу на одном (данном) компьютере. Разместить БД необходимо в папке **D:\Богомолов\АСУ\№ группы\Фамилия студента**. Если такой папки нет, то ее нужно предварительно создать.
2. Создать структуры всех таблиц, как для НСИ, так и для оперативной информации. В таблицах приведены не имена полей, а их содержательный смысл. **Имена полям следует делать более краткие**, например,

«Наименование работы» – «НаимР», «Код материала» – «КодМат» и т.п. Не используйте для имен спецсимволы (.,/-\* и т.п.) и старайтесь не использовать пробелы, вместо них лучше использовать нижнее подчеркивание (\_). Имена должны быть настолько краткими, чтобы только могли полностью отражать содержательный смысл поля. *(Большое число совпадений имен полей таблиц у разных студентов будет рассматриваться как плагиат и эти студенты получают дополнительные задания.)* Мы нигде не используем тип данных **СЧЕТЧИК**, выдаваемый по умолчанию к полю Код. Обратите внимание: размерность полей должна точно соответствовать размерности, приведенной в таблицах. **Размер поля «Действ., фикс.» означает: Тип данных - Числовой, Размер поля - Действительное, Формат поля - Фиксированный. Размер поля «10,2» означает: Точность – 10, Шкала – 2, Число десятичных знаков – 2.** Для текстовых данных размер поля соответствует одноименному свойству. Указать ключевые поля. **Ключевые поля выделены курсивом.** Обратите внимание на ключевые поля, состоящие из двух полей, разберитесь в причинах этого объединения.

Общие	Подстановка
Размер поля	15
Формат поля	
Маска ввода	
Подпись	
Значение по умолчанию	
Условие на значение	
Сообщение об ошибке	

для текстового типа

Общие	Подстановка
Размер поля	Действительное
Формат поля	Фиксированный
Точность	10
Шкала	2
Число десятичных знаков	2
Маска ввода	
Подпись	
Значение по умолчанию	0
Условие на значение	
Сообщение об ошибке	
Обязательное поле	Нет
Индексированное поле	Нет
Смарт-теги	
Выравнивание текста	Общее

для числового типа

## Нормативно справочная информация

### База

Наименование поля, его содержательный смысл	Тип поля	Размер поля
<i>Обоснование</i>	<b>Текстовый</b>	<b>15</b>
<b>Наименование работы</b>	<b>Текстовый</b>	<b>255</b>
<b>Единица измерения</b>	<b>Текстовый</b>	<b>10</b>
<b>Трудозатраты рабочих</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>

<b>Трудозатраты машинистов</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>
<b>Средний разряд</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 4,1</b>
<b>Основная зарплата</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>
<b>Эксплуатация машин и механизмов</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>
<b>Зарплата машиниста</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>
<b>Материальные ресурсы</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>
<b>Транспорт</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>
<b>Всего</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>

#### Справочник материалов

<b>Наименование поля, его содержательный смысл</b>	<b>Тип поля</b>	<b>Размер поля</b>
<i>Код материала</i>	<b>Текстовый</b>	<b>15</b>
<b>Наименование материала</b>	<b>Текстовый</b>	<b>255</b>
<b>Единица измерения</b>	<b>Текстовый</b>	<b>10</b>
<b>Цена</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>

#### Справочник механизмов

<b>Наименование поля, его содержательный смысл</b>	<b>Тип поля</b>	<b>Размер поля</b>
<i>Код механизма</i>	<b>Текстовый</b>	<b>8</b>
<b>Наименование механизма</b>	<b>Текстовый</b>	<b>255</b>
<b>Стоимость 1 маш-часа</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>

### Нормы расхода материалов

Наименование поля, его содержательный смысл	Тип поля	Размер поля
<i>Обоснование</i>	Текстовый	15
<i>Код материала</i>	Текстовый	15
Норма расхода	Числовой	Действ., фикс. 10,5

### Нормы использования механизмов

Наименование поля, его содержательный смысл	Тип поля	Размер поля
<i>Обоснование</i>	Текстовый	15
<i>Код механизма</i>	Текстовый	8
Норма расхода	Числовой	Действ., фикс. 10,3

### Межразрядные расчетные коэффициенты

Наименование поля, его содержательный смысл	Тип поля	Размер поля
<i>Разряд</i>	Числовой	Действ., фикс. 4,1
Коэффициент	Числовой	Действ., фикс. 6,4

### Оперативная информация

#### Акт

Наименование поля, его содержательный смысл	Тип поля	Размер поля
<i>Номер позиции</i>	Числовой	Целое

<b>Обоснование</b>	<b>Текстовый</b>	<b>15</b>
<b>Объем работ</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,4</b>

### Стоимость

<b>Наименование поля, его содержательный смысл</b>	<b>Тип поля</b>	<b>Размер поля</b>
<b>Стоимость чел_ч</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>
<b>Стоимость маш_ч</b>	<b>Числовой</b>	<b>Действ., фикс. 10,2</b>

3. Определиться с исходной информацией для нормативной базы. Конечно, информацию в таблицы можно ввести и вручную, но лучше попробовать автоматизировать свой труд.

Ввод информации в таблицы НСИ. Пожалуй, самая сложная часть задания, поскольку требует творческого подхода. Перед вами данные по вариантам и справочники материалов и механизмов на 4 листах в EXCEL в файле **«Варианты нормативной базы 1-30»** в папке **D:\Богомолов\АСУ\Исходные данные АСУ**. Эта информация должна быть занесена в 5 таблиц НСИ. Оба этих программных продукта, EXCEL и ACCESS, являются составной частью MS OFFICE, что облегчает обмен данными между ними. Достаточно легко понять и внести информацию в таблицу БАЗА, поскольку 6 полей в таблице EXCEL (обосн, наим-е, ед.изм, тзrab, тзмаш, разряд) совпадает с полями таблицы (остальные значения будут получены расчетным путем на следующей лаб. работе). Для внесения данных можно использовать как операции Импорта-Экспорта, так и простой буфер обмена, причем можно копировать поле, запись и даже все записи, постарайтесь найти оптимальные способы.

Вы должны понять, почему в выходных формах по нормам расхода (на листе с ресурсами согласно указанному варианту) мы видим названия материалов (механизмов), а в таблицах их нет, а есть только коды. В этом основная суть реляционных баз данных, для повторяющихся данных хранить только относительно короткие коды, однозначно определяющие саму запись (материал или механизм в нашем случае). При этом обязательно должны присутствовать таблицы с расшифровкой этого кода – код, наименование, цена и т.д., в нашем случае это таблицы



СПРАВОЧНИК МАТЕРИАЛОВ и СПРАВОЧНИК МЕХАНИЗМОВ, в них каждая запись должна встретиться только один раз. Для того чтобы система знала, к какой работе относится норма, в таблицах норм обязательно должно присутствовать поле Обоснование, по которому оно свяжется с работами (таблица БАЗА). Следите, чтобы поля таблиц НОРМЫ РАСХОДА не стали индексируемыми, когда повторения не допускаются.

Межразрядные расчетные коэффициенты приведены ниже в справочной информации:

Обосновани	Наим_р	Ед_изм	Труд_раб	Труд_маш	Средн_разр
E7-15-4	Укладка в многоэтажных зданиях по ригелям с полк	100ШТ	459,34	36,42	3,9
E7-15-3	Укладка в многоэтажных зданиях по ригелям с полк	100ШТ	436,73	35,51	3,9
E7-15-2	Укладка в многоэтажных зданиях плит безбалочны	100ШТ	342,72	56,18	4,4
E7-15-1	Укладка в многоэтажных зданиях плит безбалочны	100ШТ	453,39	73,79	4,4
E7-13-4	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и соор	100ШТ	245,14	36,09	4,1
E7-13-3	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и соор	100ШТ	245,14	65,89	4,1
E7-13-2	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и соор	100ШТ	245,14	37,81	4,1
E7-13-1	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и соор	100ШТ	245,14	37,81	4,1

Код_мат	Наим_м	Ед_изм	Цена
S101-10110	БОЛТЫ СТРОИТЕЛЬНЫЕ С ГАЙКАМИ И ШАЙБАМИ	T	2166,61
S101-101900	ШВЕЛЛЕРЫ №40, СТАЛЬ МАРКИ СТО	T	2786,00
S101-10500	БУМАГА ОБЕРТОЧНАЯ (В ЛИСТАХ) МАССОЙ 20 КГ	T	600,00
S101-11100	БУМАГА ДЛЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ШКУРОК ВЛАГОПРОЧНА	1000 M2	6840,00
S101-11100-1	ШЛИФШКУРКА	M2	6,70
S101-11401	ВЕТОШЬ	КГ	1,64
S101-115000	ПРОКАТ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТ	T	1054,30
S101-124600	СТЕКЛО ЛИСТОВОЕ ПЛОЩАДЬЮ ДО 1 М2, 1 ГРУППЫ ТОЛ	M2	2,74
S101-128903	РОГОЖА	M2	1,96

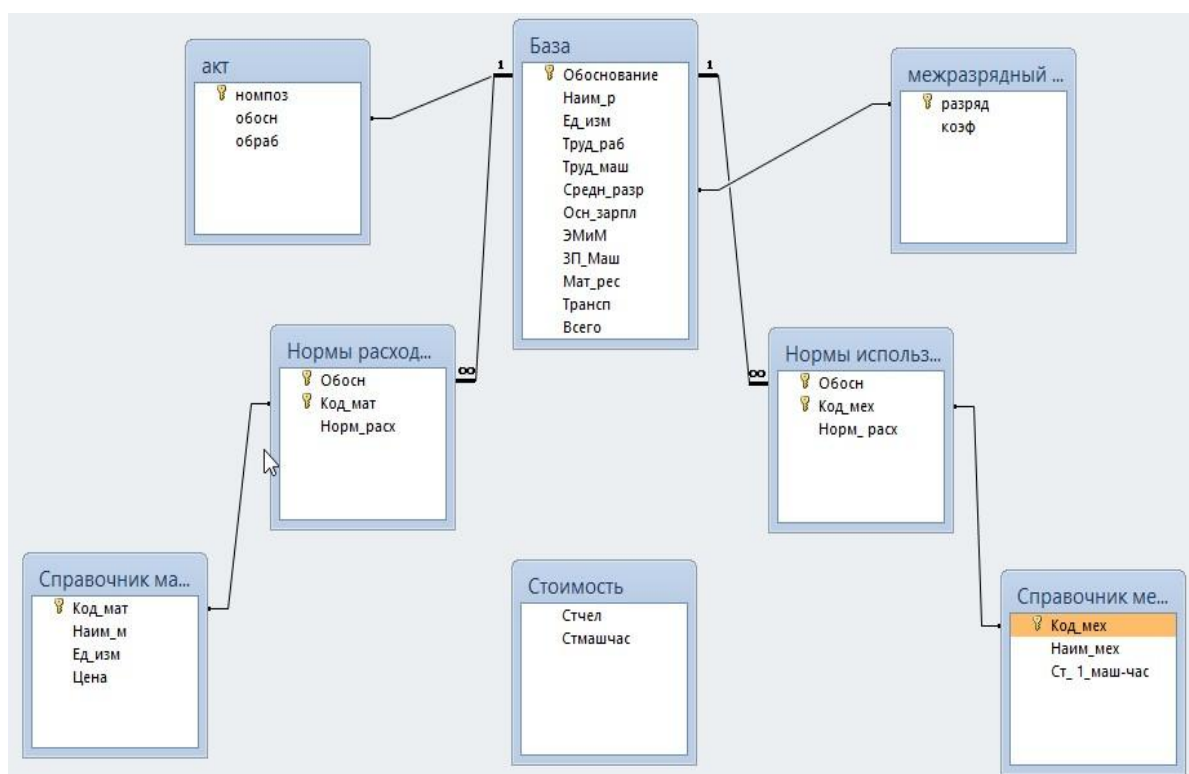
Обосн	Код_мат	Норм_расх
E7-13-1	C101-85700	56,20000
E7-13-1	C102-5800	0,29900
E7-13-1	C201-77700	0,06000
E7-13-1	C414-1004-1	6,60000
E7-13-1	C414-2004	0,00200
E7-13-2	C101-153000	0,03000
E7-13-2	C101-82200	0,01480
E7-13-2	C101-85700	56,20000

4. Создать межтабличные связи (Схема данных на закладке Работа с базами данных). Разобраться с типами отношений («один к одному», «один ко многим», «многие к одному»). Совершенно очевидно, что НСИ связывается с Оперативной информацией через Обоснование в таблицах АКТ и БАЗА, а связь БАЗА с Нормами (НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ и НОРМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ) должна быть с обеспечением целостности данных, отношение «один ко многим», невозможность этого сделать говорит об ошибках в исходных

данных, проверьте точность введенной информации – структуру, язык (рус., англ.) и повторите попытку.

Пункты 4 и 3 можно поменять местами, однозначно и не скажешь какой порядок предпочтительнее. С одной стороны, готовая схема данных не даст ввести неправильно подготовленные данные, с другой стороны при автоматизированном вводе можно быстрее скопировать информацию, не забыв конечно привести все в норму, СУБД не понимает и не терпит «пустых полей», особенно ключевых.

Схема данных:



## Лабораторная работа №2.

### Использование запросов. Проведение расчетов. Создание запроса на выборку. Создание итогового запроса.

Вспоминаем назначение запросов. Эти объекты служат для проведения расчетов, извлечения данных из таблиц и предоставления их пользователю в удобном виде. Это основной инструмент обработки данных. Без их помощи мы не сможем получить ни один реальный отчет. **В данной работе мы применим на практике запрос на выборку, запрос на создание таблиц, запрос на обновление и итоговый запрос.**



## Порядок работы.

1. Нам необходимо расчетным путем заполнить оставшиеся пустыми 6 столбиков таблицы БАЗА (основная зарплата, эксплуатация, зарплата машинистов, материалы, транспорт, всего). ОЗП определяется как произведение трудозатрат рабочих на стоимость одного человеко-часа рабочего 4-го разряда и на межразрядный расчетный коэффициент.

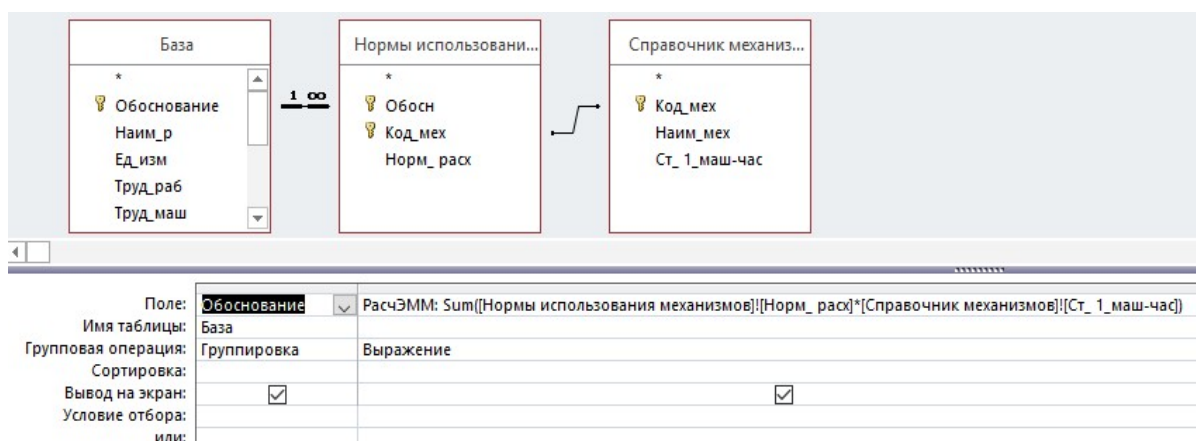
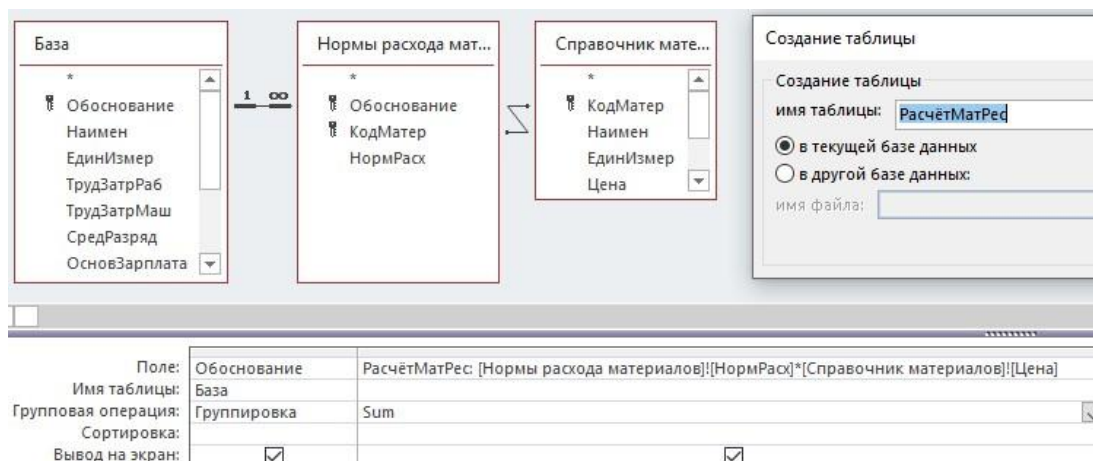
ЭММ и материалы есть сумма стоимостей каждого механизма/материала, входящего в расценку по нормам расхода с учетом цены маш-часа/ед.изм. материала. В учебных целях зарплата машинистов принимается как произведение трудозатрат машинистов на стоимость одного человеко-часа машиниста (иначе как сумма зарплат по каждому механизму). Транспорт утрировано принимается 7,94% от стоимости материалов по расценке (иначе по каждому виду материалы применяется необходимый процент). Всего состоит из суммы ОЗП, ЭММ, МатРес и Трансп.

2. Для достижения результата необходимо построить 8 запросов (2 на создание таблицы и 6 на обновление).

**Запросы на создание таблиц** нужны для расчета промежуточных значений суммы ЭММ и суммы МатРес к каждой расценке. Один и тот же запрос может быть создан двумя способами с помощью Мастера и с помощью Конструктора. Мелкие запросы удобнее создавать через Конструктор.

Для промежуточного расчета ЭММ создаем запрос на основе таблиц БАЗА, НОРМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ и СПРАВОЧНИК МЕХАНИЗМОВ (необходимо проследить, чтобы присутствовали необходимые связи между таблицами). Первым столбиком будет ОБОСН, вторым МЕХАНИЗМЫ, которые рассчитываются как результат умножения нормы использования механизма на стоимость 1 маш-часа. После имя поля ставится двоеточие «:» (аналог знака « $\Rightarrow$ »), а затем следует формула расчета (например):

МЕХАНИЗМЫ: [НормИсп] \* [Ст1машчас] Каждое поле в ACCESS должно быть взято в квадратные скобки «[]». Из-за громоздкости может быть удобно пользоваться «Построителем» (нажав правую клавишу мыши и выбрав нужный пункт либо нажав на значок на панели инструментов). При просмотре в режиме Таблицы увидим большое количество записей – по несколько чисел к каждой расценке. Нам же нужна сумма эксплуатаций по каждому обоснованию. Для этого в Конструкторе необходимо добавить строку «Групповая операция» (это можно сделать, нажав правую клавишу мыши и выбрав нужный пункт меню либо нажав на значок «Σ» на панели инструментов). Добавится строка «Группировка», а под каждым полем появится «Группировка». Конечно нас интересует не группировка, а Сумма механизмов, поэтому измените ее на «SUM» (пусть вас не смущает, что после обработки информации впоследствии в этой строке отображается «Выражение», а оператор SUM( ) переместился в саму формулу).

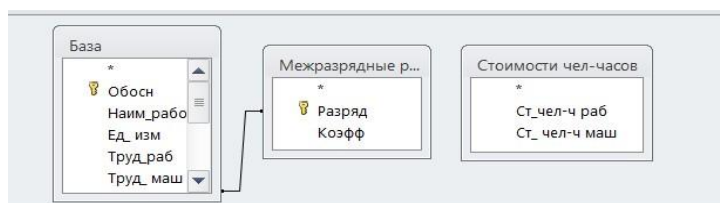


**Изменить тип запроса на панели инструментов с «Выборки» на «Создание таблицы», укажите название промежуточной таблицы (таблицы нельзя называть точь в точь как запросы). Нажать «Выполнить» для заполнения табличек.**

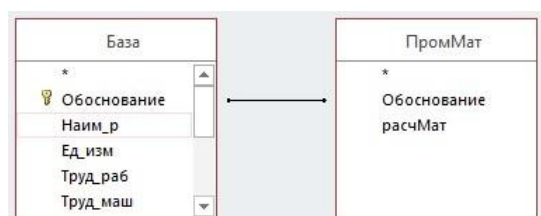
**Промежуточный расчет на материалы создается аналогично.**

**Запросы на обновление:** Запросы на зарплаты строятся на основании БАЗЫ, МЕЖРАЗ КОЭФФИЦИЕНТЫ и СТОИМОСТЬ, будут содержать лишь по одному столбику – ОЗП или ЗПмаш соответственно. **Изменить тип запроса на панели инструментов с «Выборка» на «Обновление»**, добавится строка «Обновление», в ней прописать расчетную формулу, из-за громоздкости может быть удобно пользоваться «Построителем». Суть формулы изложена выше. При нажатии кнопки «Выполнить» программа выдаст сообщение, что в таблице БАЗА обновлено 14-16 записей (все наши строки).

Запросы на ЭММ и МатРес в строке «Обновление» будут содержать ссылку на МЕХ или МАТ из вспомогательных таблиц. Запрос на Трансп: в строке «Обновление» прописать формулу [МатРес] \* 0,0794. Запрос на Всего: вписать сумму ОЗП, ЭММ, МатРес и Трансп. На калькуляторе проверить себя.



Поле:	Осн_Зарпл
Имя таблицы:	База
Обновление:	[База]![Труд_раб]*[Межр_Ккоэфф]![Коэфф]*[Стоимости чел-часов]![Ст_чел-ч раб]



Поле:	Мат_рес
Имя таблицы:	База
Обновление:	[ПромМат]![расчМат]

3. Будем автоматизировать работы для получения одной из главных выходных форм – Акт выполненных работ (документ «Смета» имеет аналогичную структуру). Внимательно посмотрите на сам документ, вспомните назначение каждого поля. Обратите внимание на вторую строку отчета, вспомните, как она вычисляется. Главное, с чем необходимо определиться – какие таблицы будут задействованы в запросе (а в дальнейшем и в форме, и в отчете). Совершенно очевидно, что мы не можем выдать ни одной выходной формы без оперативной информации, значит, таблица АКТ обязательно будет присутствовать. Что мы еще видим в отчете? Только стоимостные статьи затрат и трудозатраты! В

какой таблице хранятся эти данные? Ответ очевиден – в таблице БАЗА! Значит, мы определились, для выдачи отчета нам необходимы всего 2 таблицы – АКТ (где хранятся данные о том, что мы выполнили в этом месяце) и БАЗА (где хранятся нормативные данные). В таблице АКТ нам нет необходимости хранить всю информацию из нормативной базы, по Обоснованию мы обратимся к таблице БАЗА и «вытащим» оттуда все, что нам надо. Кроме того, в запросе будут созданы 8 новых полей по числу статей затрат, которые вычисляют (умножают) соответствующие единичные статьи затрат на объем работ (нижняя строка).

## Отчет 1

### Акт сдачи-приемки выполненных строительных и иных специальных

#### монтажных работ №1

за      202    г.

Но ме р п/ п	Обосно вание	Наименование видов работ и материальных ресурсов	Единиц а измере ния, количе ство	Трудо - затрат ы чел- ч..	Трудозатраты машины стов чел-ч..	Стоимость: единица измерения/всего, руб					Общая стоимо сть
						Зарабо тная плата рабочи х	Эксплуатация машин		Матери альные ресурсы	Транс -порт	
							Всего	в т.ч. зарпл ата			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

*чел.ч. = 6.94 руб/ч чел.ч. маш. = 6.94 руб/ч дата: на 01/05/2021 район: г. Минск прогн.индекс = 1.0197, база НРР 2017*

#### Локальная смета № 1

1	Е6-1-1	Устройство бетонной 100м3	180	10	1091,6	8	252,6	80,84	7340,84	570,4	9255,5
		подготовки из бетона								4	6

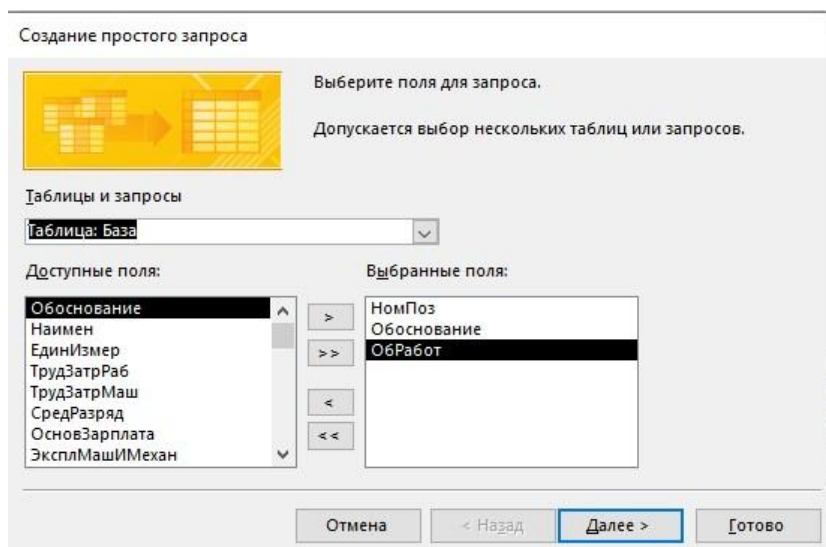
		класса в3,5									
		Разряд=3.1, межр.коэфф.=0.8739									
		охриопр=57.48%, план=63.54%	1								
			180	10	1091,6	8	252,6	80,84	7340,84	570,4	9255,5



2	Е6-1-4	Устройство фундаментов бетонных из бетона класса в7,5, общего 100м3 назначения под колонны, объемом более 5 м3	328,4 4	43,29	2119,5 9	1074,3	349,46 14366	1219, 47	18779, 36
		Разряд=3.5, межр.коэфф.=0.9299	<b>328,4</b> <b>4</b>	<b>43,29</b>	<b>2119,5</b> <b>9</b>	<b>1074,3</b>	<b>349,46 14366</b>	<b>1219,</b> <b>47</b>	<b>18779,</b> <b>36</b>
		охриопр=57.48%, план=63.54%	<b>1</b>						
3	Е6-1-5	Устройство фундаментов железобетонных из бетона класса с12/15, 100м3 общего назначения под колонны, объемом до 3 м3	785,8 8	17,03	5071,6 8	462,07 133,82	15200,7 5	1298, 69	22033, 19
		Разряд=3.5, межр.коэфф.=0.9299	<b>785,8</b> <b>8</b>	<b>17,03</b>	<b>5071,6</b> <b>8</b>	<b>462,07</b> <b>133,82</b>	<b>15200,7</b> <b>5</b>	<b>1298,</b> <b>69</b>	<b>22033,</b> <b>19</b>
		охриопр=57.48%, план=63.54%	<b>1</b>				<b>5</b>		
4		Горячекатаная арматурная сталь периодического С2042713 Т профиля класса s500(ат500с), диаметром, 16-18 мм					1468,85 84,02		1552,8 7
								378,0	6987,9 2
			<b>4,5</b>				<b>6609,83</b>	<b>9</b>	
		Итого по: строительные работы (город)	<b>1294,</b> <b>32</b>	<b>70,32</b>	<b>8282,9</b> <b>5</b>	<b>1788,9</b> <b>7</b>	<b>43517,4</b> <b>564,12</b>	<b>3466,</b> <b>69</b>	<b>57056,</b> <b>03</b>
		ОХР И ОПР (8282.95+564.12)*57. 48%*1.14							<b>5797,2</b> <b>4</b>
		Плановая прибыль (8282.95+564.12)*63.54%*1.10							<b>6183,5</b> <b>7</b>
		Итого							<b>69036,</b> <b>84</b>

4. Только тогда, когда мы определились, с какими исходными данными будем работать, можно приступать к созданию запроса. Один и тот же запрос может

быть создан двумя способами с помощью Мастера и с помощью Конструктора. Учитывая, что в запросе нам понадобятся почти все поля из двух таблиц, в Мастере эта процедура займет меньше времени. В любом случае мы должны перечислить все поля из двух таблиц. Возникает только один вопрос – поле Обоснование служит для связи и используется в обеих таблицах, из какой таблицы нам брать это поле? Вопрос очень важный! Мы должны представить, что хотим получить в отчете – информацию по всей нормативной базе (таблица БАЗА, в реальности несколько десятков тысяч позиций) или только то, что мы сделали (выполненные работы, таблица АКТ)? Ответ очевиден – Обоснование из таблицы АКТ.



5. Каким бы мы способом ни создали запрос, нам не обойтись без его редактирования в режиме Конструктора. Как и во всех объектах ACCESS по умолчанию, в левом верхнем углу находится кнопка для перехода от режима «Таблица» к режиму «Конструктор» и наоборот. Введите 2-3 расценки в запрос (те, что у вас есть в БАЗЕ). Вы увидите, что после ввода Обоснования наименование работы, статьи затрат и т.д. появятся на экране. Это происходит благодаря связи по Обоснованию между таблицами АКТ и БАЗА. Нам еще необходимо создать 8 вычисляемых полей. Это делается очень просто. На свободном поле мы даем имя вычисляемой переменной. В нашей задаче первая статья затрат – Трудозатраты. Имя полям желательно делать кратким, но информативным. Нам необходимо указать, что это поле «ТрудРаб», но у нас уже есть единичная ТрудРаб, а это поле теперь умножается на Объем (Всего). Как вариант можно предложить такое имя – ТрудРабВС. Имя заканчивается двоеточием «:», а затем следует формула расчета, в нашем случае очень простая – единичная ТрудРаб\* Объем. Каждое поле в ACCESS должно быть взято в квадратные скобки «[]» (если имена полей были цельными наборами



букв без пробелов, то квадратные скобки могут сами ставиться автоматически). Так что формула может принять такой вид:

ТрудРабВС:[ТрудРаб]\*[Объем]

Аналогично создаем еще 7 оставшихся полей. Если не хватает свободных столбцов, то добавьте их с помощью меню «Вставить столбец». Проверьте правильность работы запроса, что очень важно, на его основе будут созданы много других объектов. Обязательно дайте понятное имя запросу, например, «Запрос АКТ», «Запрос Форма С2» и т.п.

Поле:	НомПоз	Обоснование	ОбРабот	Наимен	ЕдиниИзмер	ТрудЗатрРаб	ТрудЗатрМаш	ОсновЗарплата	ЭксплМашИМехан	ЗарплМашин	МатерРесурсы	Транспорт	Всего
Имя таблицы:	Акт	Акт	Акт	База	База	База	База	База	База	База	База	База	База
Сортировка:													
Вывод на экран:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

6. Создадим Итоговый запрос. Мы должны понимать, что иногда нас интересует не столько полный перечень работ, сколько итоги по некоторым статьям затрат. Причем эти итоги должны всегда быть в актуальном состоянии. Для этого случая как нельзя лучше подходят «Итоговые запросы». Итоговый Запрос может быть создан двумя способами: с помощью Мастера или **Конструктора**. Определимся с источником информации. Конечно, можно снова объединить таблицы АКТ и БАЗА и создать вычисляемые поля, но мы

Поле:	ТрЗатрРабВС:[ТрудЗатрРаб]*[ОбРабот]	ТрЗатрМашВС:[ТрудЗатрМаш]*[ОбРабот]	ОснЗарплВС:[ОсновЗарплата]*[ОбРабот]	ЭМиМВС:[ЭксплМашИМехан]*[ОбРабот]	ЗарплМашВС:[ЗарплМашин]*[ОбРабот]	МатРесВС:[МатерРесурсы]*[ОбРабот]	ТрансВС:[Транспорт]*[ОбРабот]	ВсегоВС:[Всего]*[ОбРабот]
Имя таблицы:								
Сортировка:								
Вывод на экран:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

уже это делали и сохранили в нашем ЗАПРОСЕ ДЛЯ АКТА. Поэтому, проще всего взять источником информации наш ЗАПРОС ДЛЯ АКТА. Нас будут интересовать итоги по всем статьям затрат – ТрудРаб, ТрудМаш, Зарпл,ЭММ, ЗпМаш,МатРес,Трансп, Всего (естественно умноженные на Объем). В Мастере мы укажем источником наш Запрос, пометим эти поля, укажем, что Запрос **ИТОГОВЫЙ** и укажем, что итоги по сумме (SUM).

Если создаем через Конструктор, то добавим в верхней части наш Запрос, «перетащим» вниз нужные поля. Затем нам необходимо добавить строку «Групповая операция», изменив ее на «SUM».

Поле:	ТрЗатрРабВС	ТрЗатрМашВС	ОснЗарплВС	ЭМиМВС	ЗарплМашВС	МатРесВС	ТрансВС	ВсегоВС
Имя таблицы:	Акт Запрос	Акт Запрос	Акт Запрос	Акт Запрос	Акт Запрос	Акт Запрос	Акт Запрос	Акт Запрос
Групповая операция:	Sum	Sum	Sum	Sum	Sum	Sum	Sum	Sum
Сортировка:								
Вывод на экран:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Проверьте правильность работы запроса, на его основе мы будем делать расчет в текущих ценах (просчитать столбик Всего ВС как сумму четырех столбиков и сравнить, ошибка могла закрасться на стадии обновления БАЗЫ).

Поле:	Sum - ТРаб: Sum(Акт Запрод,ТРаб)	Sum - ТММ: Sum(Акт Запрод,ТММ)	Sum - ЭПРаб: Sum(Акт Запрод,ЭПРаб)	Sum - ЭММ: Sum(Акт Запрод,ЭММ)	Sum - ЭПММ: Sum(Акт Запрод,ЭПММ)	Sum - МРес: Sum(Акт Запрод,МРес)	Sum - Транс: Sum(Акт Запрод,Транс)	Sum - Всего(2): Sum(Акт Запрод,Всего(2))
Имя таблицы:								
Сортировка:								
Вывод на экран:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

7. Для дальнейших расчетов нам также понадобится рассчитать ОХР и ОНР и плановую прибыль по указанным выше в Отчете 1 процентам от суммарных ОЗП и ЗПмаш с учетом корректирующих коэффициентов и ИТОГО (для корректного выполнения запроса, созданного через Конструктор, это должно быть не «Группировка» или «SUM», а «Выражение»!).

ОХРОПР: ((Sum-ОснЗарплВС)+[Sum-ЗарпМашВС])*0,5748*1,14	ПланПриб: ((Sum-ОснЗарплВС)+[Sum-ЗарпМашВС])*0,6354*1,1	Итого: [Sum-ВсегоВС]+[ОХРОПР]+[ПланПриб]
Выражение	Выражение	Выражение
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### Лабораторная работа № 3.

**Работа с формами. Создание формы «Акт...». Работа с отчетами. Структура «простых» отчетов. Создание отчета «Акт...».**

Вспомним назначение форм. Формы предназначены для ввода данных в таблицы базы данных без непосредственного доступа к самим таблицам. Они позволяют также выводить результаты работы запросов не в виде скучных результирующих таблиц, а в виде красиво оформленных форм. Соответственно структуры форм строятся как на основе таблицы, так и на основе запроса.

Форма имеет три основных раздела: область заголовка, область данных и область примечания. Линии, разделяющие разделы, перетаскиваются по вертикали с помощью мыши – это позволяет изменять размеры разделов так, как требуется. Разделы заголовка и примечания имеют чисто оформительское назначение – их содержимое напрямую не связано с таблицей или запросом, на котором основана форма. Раздел данных имеет содержательное значение – в нем представлены элементы управления, с помощью которых выполняется отображение данных или их ввод. Разработчик формы может разместить здесь дополнительные элементы управления для автоматизации ввода данных (переключатели, флажки, списки и другие, типичные для приложений Windows).

Вспомним назначение отчетов. По своим свойствам и структуре отчеты во многом похожи на формы, но предназначены только для форматированного вывода данных, причем для вывода не на экран, а на печатающее устройство (принтер) и, соответственно, при этом должны учитывать параметры принтера и параметры используемой бумаги.

Большая часть того, что было сказано о формах, относится и к отчетам.

Здесь также существуют средства автоматического, автоматизированного и ручного проектирования.

Структура готового отчета отличается от структуры формы только увеличенным количеством разделов. Кроме разделов заголовка, примечания и данных, отчет может содержать разделы верхнего и нижнего колонтитулов. Если отчет занимает более одной страницы, эти разделы необходимы для печати служебной информации, например, расцифровки столбцов и номеров страниц. Чем больше страниц занимает отчет, тем важнее роль данных, выводимых на печать через эти разделы. Если для каких-то полей отчета применена группировка, количество разделов отчета увеличивается, поскольку оформление заголовков групп выполняется в отдельных разделах.

Редактирование структуры отчета выполняют в режиме *Конструктора*. Приемы редактирования те же, что и для форм. *Элементы управления* в данном случае выполняют функции элементов оформления, поскольку печатный отчет не интерактивный объект. Размещение элементов управления выполняют с помощью *Панели элементов*, которая по составу практически не отличается от *Панели элементов* формы. Важной особенностью отчетов является наличие средства для вставки в область верхнего или нижнего колонтитула текущего номера страницы и полного количества страниц.

### **Порядок работы.**

1. Создадим форму для акта выполненных работ. Эта форма служит для ведения оперативной информации, т.е. на ее основании должна корректироваться таблица АКТ. Вид формы соответствует приведенному в лаб. работе № 2 Отчету 1. Форма должна помещаться в области экрана, т.е. не должно быть горизонтальной прокрутки (оптимальная ширина 28,5 см). В примечании формы должны считаться итоги по всем 8 статьям затрат – «Итого прямые затраты». Форма должна иметь возможность вводить обоснования как вручную, так и выбирать работы из таблицы База (поля Обоснования и

Наименование работы). Форма должна рассчитывать строку «на объем» и рассчитывать/пересчитывать итоги по акту в процессе ввода.

2. Поскольку мы уже создали ЗАПРОС ДЛЯ АКТА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ на прошлой лабораторной работе, то нам, конечно удобнее создать форму с помощью *Мастера*. В ЗАПРОСЕ мы уже подготовили все необходимые данные для формы, поэтому просто их перенесем в нашу форму. Следующий вопрос *Мастера* «Внешний вид формы». Еще раз посмотрите на будущий документ. Мы, Пользователи, хотим видеть на экране как можно больше записей (насколько это возможно) для их анализа и корректировки. Поэтому ответ «ленточный» должен быть дан осознанно для данной конкретной формы. Стиль выбирайте из собственных представлений о дизайне. Имя форме дайте исходя из ее назначения. Посмотрите на форму в *Просмотре* и перейдите в *Конструктор*. Сравните форму с документом. Расположите поля в *Области данных* в соответствии с образцом. Не забудьте про вторую строку. Любые операции по перемещению можно производить как с одним объектом, так и с группой объектов, которые могут быть выделены мышью с зажатым Ctrl. Также с помощью мыши можно изменять размер каждого объекта. Не забывайте «подтягивать» правый край формы, ведь размер нашей формы будет уменьшаться. Настройте шапку формы в *Заголовке формы*. Помните, что в форме нас интересует, прежде всего, данные, поэтому не делайте очень широкой шапки, это сузит место для вывода данных. **Поймите разницу между *Поле* и *Надписью*.** В качестве *Надписи* можно задать произвольный текст. Элемент *Поле* отличается тем, что в нем отображается содержимое одного из полей таблицы, на которой основана форма, то есть при переходе от записи к записи текст может меняться. В *Области данных*, как правило, находятся *Поля*. В *Примечании* создайте *Надпись* «Итого прямые затраты», а затем 8 итогов по статьям затрат. Очевидно, что итоги будут относиться к *Полям*. Для того чтобы рассчитать итоги необходимо после создания *Поля* перейти к его *Свойствам* (по правой клавише мыши). В строке *Данные* укажите, что вы хотите подсчитать. Например: =SUM([ЗПВС]). Чтобы не вводить вручную имена полей и функций можно воспользоваться *Построителем* [...].

3. Формы базы данных – это средства, с помощью которых с ней общаются люди. Поэтому к формам предъявляются повышенные требования по дизайну. В первую очередь, все элементы управления форм должны быть аккуратно выровнены. Это обеспечивается

командой *Упорядочить* > *Выровнять*. Если нужно равномерно распределить элементы управления по полю формы, используют средства меню *Упорядочить* > *Интервал по горизонтали* или *Упорядочить* > *Интервал по вертикали*.

Все однотипные объекты в форме должны иметь одинаковые размеры, это достигается средством *Упорядочить* > *Размер*.

Ручное изменение размеров и положения элементов управления тоже возможно, но редко приводит к качественным результатам. При работе вручную используют перетаскивание маркеров, которые видны вокруг элемента управления в тот момент, когда он выделен. Особый статус имеет маркер левого верхнего угла. Обычно элементы управления перетаскиваются вместе с присоединенными к ним надписями. Перетаскивание с помощью этого маркера позволяет оторвать присоединенную надпись от элемента. Существенную помощь при разработке дизайна формы оказывает вспомогательная сетка. Ее отображение включают командой *Упорядочить* > *Размер и интервал* > *Сетка* или правой кнопкой мыши. Автоматическую привязку элементов к узлам сетки включают командой *Упорядочить* > *Размер и интервал* > *Привязать к сетке*. Формат полей должен соответствовать формату этого поле в таблице, это же относится и к соответствующим им полям в «Итогах».

Тип выделенного элемента: Поле со списком

обосн	
Макет    Данные    События    Другие    Все	
Формат поля	
Число десятичных знаков	Авто
Вывод на экран	Да
Число столбцов	2
Ширина столбцов	2.3см;33см
Заголовки столбцов	Нет
Число строк списка	16
Ширина списка	36см
Разделители	Системный раздел
Ширина	2.291см
Высота	0.6см
От верхнего края	0.002см
От левого края	1.014см
Тип фона	Обычный
Цвет фона	Фон 1
Тип границы	Сплошная

4. При работе с реальной Базой Данных мы неизбежно сталкиваемся с проблемой поиска и выбора нужной нам позиции. В таблице АКТ у нас есть только поле *Обоснование*. Даже опытный сметчик не помнит наизусть расценки, поэтому есть необходимость дать Пользователю возможность либо непосредственно ввести обоснование расценки (если он ее помнит), либо «высветить» нормативную базу с полями *Обоснование* и *Наименование* и дать



Пользователю право выбрать нужную ему работу. Перечень расценок, напомню, у нас хранится в таблице БАЗА. Для выполнения этой функции нам потребуется для поля Обоснование преобразовать элемент (щелчок правой кнопки мыши) *Поле* в *Поле со списком*. В *Свойствах* > *Данные* > *Источник строк* нужно сослаться на нужные поля таблицы. Не забудьте изменить в *Свойствах* > *Макет* > *Число столбцов*, *Ширина столбцов* (ширина каждого разделяется «;») и *Ширина списка*.

5. Попробуйте ввести в форме несколько строк. Проверьте. Цель будет достигнута, если вам самим будет приятно работать с формой.

АКТ СДАЧИ-ПРИЕМКИ ВЫПОЛНЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ИНЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ МОНТАЖНЫХ РАБОТ №1													
ном поз	обосн	Наим_р	Ед_изм обработ	Труд_раб	Труд_маш	СТОИМОСТЬ: ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ/ВСЕГО, РУБ.							
						Осн_зарпл	ЭМиМ	ЗП_Маш	Мат_рес	Трансп	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	e7-13-3	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и сооружений длиной до 6 м площадью до 10 м2, при массе стропильных и подстропильных конструкций до 15 т, при высоте зданий до 35 м	100ШТ	245.14	65.89	1 396.69	1 000.19	289.25	715.14	68.65	3 180.67		
			2.1	514.79	138.37	2 933.05	2 100.40	607.43	1 501.79	144.17	6 679.41		
2	e7-13-4	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и сооружений длиной до 6 м площадью до 10 м2, при массе стропильных и подстропильных конструкций до 20 т, при высоте зданий до 15 м	100ШТ	245.14	36.09	1 396.69	592.61	158.43	715.14	68.65	2 773.09		
			0.6	147.08	21.65	838.01	355.57	95.06	429.08	41.19	1 663.85		
3	E7-15-1	Укладка в многоэтажных зданиях плит безбалочных перекрытий надколонных, при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 5 т	100ШТ	453.39	73.79	2 661.45	949.85	323.93	2 099.06	201.50	5 911.86		
			1.4	634.75	103.31	3 726.03	1 329.79	453.50	2 938.68	282.10	8 276.60		
4	E7-15-2	Укладка в многоэтажных зданиях плит	100ШТ	342.72	56.18	2 011.80	667.74	246.63	1 785.96	171.45	4 636.95		
E10-100-1	Установка окон из ПВХ со стеклопакетами в проемы кирпичных стен при площади изделия до 1 м2												
E10-100-2	Установка окон из ПВХ со стеклопакетами в проемы кирпичных стен при площади изделия до 2 м2												
E10-102-1	Установка блоков окно-балконная дверь из ПВХ со стеклопакетами в проемы кирпичных стен при площади изделия до 3 м2												
E10-102-2	Установка блоков окно-балконная дверь из ПВХ со стеклопакетами в проемы кирпичных стен при площади изделия свыше 3 м2												
E10-103-1	Герметизация мест примыкания оконных и балконных блоков из ПВХ к стенам толщиной зазора 0,03 м												
E10-104-1	Установка подоконных досок из ДСП												
E7-13-1	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и сооружений длиной до 6 м площадью до 10 м2, при массе стропильных и подстропильных конструкций до 10 т, при высоте зданий до 25 м												
E7-13-2	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и сооружений длиной до 6 м площадью до 10 м2, при массе стропильных и подстропильных конструкций до 15 т, при высоте зданий до 25 м												
E7-13-3	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и сооружений длиной до 6 м площадью до 10 м2, при массе стропильных и подстропильных конструкций до 15 т, при высоте зданий до 35 м												
E7-13-4	Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и сооружений длиной до 6 м площадью до 10 м2, при массе стропильных и подстропильных конструкций до 20 т, при высоте зданий до 15 м												
E7-15-1	Укладка в многоэтажных зданиях плит безбалочных перекрытий надколонных, при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 5 т												
E7-15-2	Укладка в многоэтажных зданиях плит безбалочных перекрытий пролетных, при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 5 т												
E7-15-3	Укладка в многоэтажных зданиях по ригелям с полками плит перекрытий и покрытий межколонных шириной 0,75 м, при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 5 т												
E7-15-4	Укладка в многоэтажных зданиях по ригелям с полками плит перекрытий и покрытий межколонных шириной 1,5 м, при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 5 т												
ИТОГО прямые затраты						1 961.50	372.32	11 399.99	5 081.17	1 634.45	8 334.32	800.07	25 615.55
ОХР и ОПР													7 042.66
Плановая прибыль													7 205.41
ИТОГО													39 863.62

## Режим просмотра формы

Заголовок формы

АКТ СДАЧИ-ПРИЕМКИ ВЫПОЛНЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ИНЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ МОНТАЖНЫХ РАБОТ №1												
ном поз	обосн	Наим_р	Ед_изм обработ	Труд_раб	Труд_маш	СТОИМОСТЬ: ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ/ВСЕГО, РУБ.						
						Осн_зарпл	ЭМиМ	ЗП_Маш	Мат_рес	Трансп	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ном	обосн	Наим_р	Ед_изм	Труд_раб	Труд_маш	Осн_зарпл	ЭМиМ	ЗП_Маш	Мат_рес	Трансп	Всего	
			обработ	Труд_рабBC	Труд_машBC	Осн_зарплBC	ЭМиМBC	ЗП_МашBC	Мат_ресBC	ТранспBC	ВсегоBC	

Область данных

Примечание формы

ИТОГО прямые затраты =Sum([Труд\_раб]=Sum([Труд\_маш]=Sum([Осн\_зарпл]=Sum([ЭМиМ]=Sum([ЗП\_Маш]=Sum([Мат\_рес]=Sum([Трансп]=Sum([ВсегоBC

ОХР и ОПР =([поле46]+[п

Плановая прибыль =([поле46]+[п

ИТОГО =([поле54]+[п

## Режим конструктора

6. Создадим отчет АКТ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ (Отчет 1, приведен в лаб. работе №2) (документ «Смета» тоже имеет сходный вид). Этот отчет является

одним из главных документов в строительной документации. Вид отчета должен полностью соответствовать приведенному в *Задании* Отчету 1. Отчет может быть выполнен как в книжной, так и в альбомной ориентации. В примечании отчета должны выводиться не только итоги, но и весь расчет, приведенный в *Задании*. Проценты на ОХР и ОПР, плановую прибыль, **временные, зимние, прочие**, могут быть разными для разных объектов и видов работ, а также меняться со временем. Поэтому можно использовать приведенные в *Задании* проценты, либо, обоснованно, применить «свои». Эти же рассуждения относятся и к расчету Прочих затрат.

7. Поскольку мы уже создали запрос для акта выполненных работ, то нам, конечно, удобнее создать отчет (также как мы создавали форму) с помощью *Мастера*. В Запросе мы уже подготовили все необходимые данные для отчета, поэтому просто перенесем все поля из Запроса в наш отчет. Следующий вопрос *Мастера* «Добавить уровень группировки?». В базовом варианте отчета мы не делаем никаких группировок (например, по разделам и частям смет), поэтому пропускаем этот режим. Подумайте над следующим вопросом «Выберите порядок сортировки». Как вы считаете, по какому полю у нас должна быть сортировка? Поскольку у нас есть поле *Номер позиции*, то ответ должен напрашиваться сам собой. Следующий вопрос *Мастера* «Выберите вид макета для отчета». Еще раз посмотрите на будущий документ, поэкспериментируйте. Стиль выбирайте из собственных представлений о дизайне. Имя отчету дайте исходя из его назначения. Посмотрите на отчет в *Предварительном просмотре*, сравните ваш отчет с документом и перейдите в *Конструктор*. Расположите поля и выполните работу над дизайном отчета по аналогии с соответствующей формой. Настройте шапку отчета. Подумайте, что расположить в *Заголовке*, а что в *Верхнем колонтитуле*. В *Примечании* (само собой, а не в *Нижнем колонтитуле*), напомним, необходимо расположить весь расчет, приведенный в *Задании*. Очевидно, что итоги будут относиться к *Полям*. *Итоги* вы уже создавали в *Форме*, в *Отчете* все аналогично.

#### **Лабораторная работа № 4.**

**Структура многоуровневых отчетов. Создание отчетов «Расчет стоимости выполненных работ в текущих ценах», «С29» и «Сводная ведомость расхода материалов».**

При создании более сложных отчетов необходимо пользоваться механизмом переименования полей для проведения сложных расчетов, а также научиться группировать данные.

Несколько советов по расчетной части отчета. Поскольку расчет опирается на итоги, то очень важно, в практическом смысле, знать имена этих итогов. Особенно часто мы будем обращаться к итогам по основной заработной плате и зарплате машинистов. Конечно, вы в расчете можете сослаться на сумму, например, =Sum([ЗПВС]), но, во-первых, строки вычислений будут очень длинными, а во-вторых, для каждого последующего расчета вам придется повторить формулы предыдущих расчетов. Какой же выход? В *Свойствах* каждого созданного *Поля* вы можете увидеть его *Имя*, например, *Поле46*, **во всех последующих расчетах вы можете ссылаться на это *Имя***, или вообще дать свое имя вновь созданному полю. Не забудьте, каждое поле ACCESS берется в квадратные скобки«[]».

Не забывайте про шаблоны выводимых полей. Помните, статьи затрат и расчеты стоимости, трудозатраты и их итоги у нас должны быть с 2 знаками после запятой, объем работ – с 4.

### **Порядок работы.**

1. Получим **Отчет 2, РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ В ТЕКУЩИХ ЦЕНАХ**. Базовый расчет опирается на итоги по статьям затрат. Остальные затраты можно рассчитать в самом отчете. **Фактическую цену на материалы принимаем по смете. Можно считать только материалы Подрядчика, без материалов Заказчика. Транспорт, если вызывает затруднение его разбивка по частям, можно считать одной строкой все части. Все статьи затрат «по расчету», а также расчет Земельного налога, Экологического налога, налог по УСН можно опустить.** Желательно «Сумму прописью» формировать исходя из реально полученных по расчету цифр. Желательно, но не обязательно, учесть изменения в законодательстве по расчету стоимости. Для получения Отчета 2, мы можем воспользоваться **ИТОГОВЫМ ЗАПРОСОМ**, созданным в Лаб. раб. №2. В этом запросе вычислены необходимые итоги по статьям затрат.

2. Мы уже должны усвоить, что создать отчет на основании подготовленного запроса удобнее с помощью *Мастера*. В ЗАПРОСЕ мы уже подготовили все необходимые данные для отчета, просто перенесем их в отчет. Вопросы «Добавить уровень группировки?» и «Выберите порядок сортировки...» мы игнорируем, поскольку у нас Итоги образуют в ЗАПРОСЕ всего одну запись! Следующий вопрос *Мастера* «Выберите вид макета для отчета». Еще раз посмотрите на будущий документ, поэкспериментируйте. Стиль выбирайте из



собственных представлений о дизайне. Имя отчету дайте исходя из его назначения. Посмотрите на отчет в *Предварительном просмотре*, сравните ваш отчет с документом и перейдите в *Конструктор*. Переместите поля в нужные места. Все остальные Поля должны быть получены расчетным путем. Преподаватель может дать указания по изменению расчетной части отчета, сократить его либо, наоборот, дополнить новыми строками. Настройте шапку отчета. Отчет должен быть выровнен по строкам и столбцам.

## Отчет 2

Расчет стоимости выполненных работ в текущих ценах

за май 2021 г.

№ п/ п	Наименование затрат	Стоимость выполненных работ и затрат, руб.		
		%	индекс	в текущих ценах
1	2	3	4	5
	Трудоёмкость			1 294,32
	Трудоемкость машинистов			70,32
	Заработная плата $[8282.95 \cdot 1 / 1]$			8 282,95

	Итого эксплуатация машин и механизмов $[1788.97 \cdot 1]$			1 788,97
	Зарплата машинистов			564,12
	Материалы - всего			43 517,42
	Транспорт - всего			3 466,69
1	Итого прямые затраты			57 056,03
	<b>В том числе:</b>			
1, 1	Материалы заказчика, прин. на отв. хранение			19 173,12

1, 2	Материалы подрядчика			24 344,28
	Транспортные расходы [3466.69 – 1710.58]			1 756,11
	Транспортные расходы заказчика			1 710,58
2	Общехозяйственные и общепроизводственные расходы [5797.24 • 1 / 1]			5 797,24
3	Плановая прибыль [6183.57 • 1 / 1]			6 183,57
	Итого			69 036,84
4	Временные (титульные) здания и сооружения [(8282.95 / 1 + 564.12) • (5.8 / 100) • 0.93 + 0]	5,8	0,93	477,21
5	Зимние удорожания [(8282.95 / 1 + 564.12) • (2.96 / 100) • 0.93 • 1.1]	2,96	1,023	267,90
	<b>Итого строительных и иных специальных монтажных работ</b>			<b>69 781,95</b>
	Всего строительных и иных специальных монтажных работ с учетом тендера			69 781,95
	<b>Прочие затраты</b>			
	Затраты, связанные с отчислениями на социальное страхование [(8282.95 + 564.12) • (34 / 100)]	34		3 008,00

<b>6</b>	<b>Итого прочие затраты</b>			<b>3 008,00</b>
	<b>Всего стоимость</b>			<b>72 789,95</b>
7	Итого строительных и иных специальных монтажных работ			72 789,95
	<b>Расчет налогов и отчислений</b>			
	Экологический налог, включая размещение отходов производства в пределах установленных лимитов [0.4 • 1788.97 / 1 + 0 + 0]			715,59

8	Налоги и отчисления, уплачиваемые подрядчиком и относимые на расходы по текущей деятельности			715,59
9	Итого с учетом налогов и отчислений, относимых на расходы по текущей деятельности			73 505,54
11	Коэффициент, учитывающий применение прогнозного индекса цен в строительстве ( с 02/2020 по 05/2020 )			1,0197
12	Итого с учетом коэффициента, учитывающего применение прогнозного индекса цен в строительстве [73505.54 • 1.0197]			74 953,60
14	<b>Итого объем работ для статистической отчетности</b>			<b>74 953,60</b>
	Материалы заказчика с учетом отклонений (-) [19173.12 • 1.0197 + 0]			19 550,83
	Транспорт заказчика с учетом отклонений (-) [1710.58 • 1.0197 + 0]			1 744,28
15	Возврат стоимости материалов от стоимости временных зданий и сооружений с учетом прогнозного (-) [477.21 • (15 / 100) • 1.0197]	15		72,99
16	Итого объем работ для налогообложения [74953.6 – 19550.83 – 1744.28 – 72.99]			53 585,50
17	Сумма налога при упрощенной системе налогообложения [53585.5 • 3 / (100 – 3)]	3		1 657,28
	<b>Итого налогов</b>			<b>2 372,87</b>
	Итого с налогами и отчислениями от выручки			55 242,78
18	Сумма НДС [(55242.78) • (20 / 100)]	20		11 048,56
	Итого [55242.78 + 11048.56]			66 291,34
	<b>Всего выполнено работ</b>			<b>66 291,34</b>
19	<b>СУММА ПРОПИСЬЮ: ШЕСТЬДЕСЯТ ШЕСТЬ ТЫСЯЧ ДВЕСТИ ДЕВЯНОСТО ОДИН БЕЛОРУССКИХ РУБ. 34 КОП.</b>			

Качество работ соответствует требованиям технических нормативных актов

Сдал Подрядчик (Субподрядчик)

Принял Заказчик (Генподрядчик)

\_\_\_\_\_

М.П.

М.П.

Дата подписания " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202\_ г.      Дата подписания " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Документы для рассмотрения получены от Заказчика(Генподр) Документы от Заказчика(Генподр) Заказчиком(Генподрядчиком) получены Подрядчиком

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202\_ г.      " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Для этого отчета достаточно ограничиться пунктом «Итого строительных и иных специальных монтажных работ».

3. Рассчитаем потребность в материалах и получим **Отчет 3** и **Отчет 4**. Вспомним, как подобные расчеты выполняются вручную, когда имеется перечень работ и их объемы, сборники НРР. Необходимо понимать, что для получения этих отчетов необходимо обратиться к Оперативной информации (таблица АКТ), а через нее обратиться к Нормативной информации, эта связь организуется через поле *Обоснование* в таблицах АКТ и БАЗА. А уже через эту связь мы можем выйти и на **НОРМЫ РАСХОДА**. Кроме того, в **НОРМАХ РАСХОДА** нет поля наименования материала (и других нужных полей). Поэтому, без **СПРАВОЧНИКА МАТЕРИАЛОВ** нам тоже не обойтись.

4. Подготовим данные для выдачи **Отчета 3**. Для получения Отчета 3, мы должны создать ЗАПРОС с подключением четырех необходимых таблиц. В этот запрос должны быть включены все необходимые поля как для работы, так для материалов. Поле *Расход на весь объем* получается умножением полей *Объем* и *Норма расхода(Расход на единицу объема)*.

Поле:	НомПоз	Обоснование	Наимен	ЕдинИзмер	ОбРабот	КодМатер	Наимен	ЕдинИзмер	НормРасх	РасхОбРабот: [ОбРабот]*[НормРасх]
Имя таблицы:	Акт	Акт	База	База	Акт	Нормы расхода мате	Справочник матери	Справочник матери	Нормы расхода мате	
Сортировка:										
Вывод на экран:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Отчет 3

(наименование организации)

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(должность)

(подпись) (инициалы,  
фамилия)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_

20\_\_ г.

ОТЧЕТ

о расходе строительных материалов в сопоставлении с производственными нормами

за \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Объект:

Материально ответственное лицо \_\_\_\_\_

№ п/ п	Обоснова ние	Наименование видов работ	Единица измерени я	Объем работ	Расход на выполнен ный объем работ по нормам
	Код материальн	Наименование материала	Единица измерени	Расход на единицу	

	ого ресурса		я	измерения работ по нормам	
1	2	3	4	5	6
1	Е6-1-1	УСТРОЙСТВО БЕТОННОЙ ПОДГОТОВКИ ИЗ БЕТОНА КЛАССА В3,5	100М3	1	

	C412-9005	ВОДА	МЗ	1,75	1,75
	C414-1001	БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ С КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ 20-40 ММ, КЛАССА В3,5	МЗ	102	102
	C113- 12904-12	ПЛЕНКА ПОЛИЭТИЛЕНОВАЯ ПЕРВОГО СОРТА, ТОЛЩИНОЙ 0,2 ММ	М2	250	250
2	<b>Е6-1-4</b>	<b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ БЕТОННЫХ ИЗ БЕТОНА КЛАССА В7,5, ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОД КОЛОННЫ, ОБЪЕМОМ БОЛЕЕ 5 МЗ</b>	<b>100МЗ</b>	<b>1</b>	
	C101- 17500-1	ГВОЗДИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ	КГ	2,9	2,9
	C101- 96200	СМАЗКА СОЛИДОЛ ЖИРОВОЙ "Ж"	Т	0,057	0,057
	C102-6100	ДОСКИ ОБРЕЗНЫЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД, ДЛИНОЙ 4-6,5 М, ШИРИНОЙ 75-150 ММ, ТОЛЩИНОЙ 44 ММ И БОЛЕЕ III СОРТА	МЗ	0,41	0,41
	C203- 49801	ЩИТЫ ИЗ ДОСОК ТОЛЩИНА 25 ММ	М2	37,9	37,9
	C204-2900	ПРОВОЛОКА АРМАТУРНАЯ	Т	0,017	0,017

		ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ S500(ВР-1) ДИАМЕТРОМ 4 ММ			
	C412-9005	ВОДА	МЗ	0,25	0,25

	C414-1003-4	БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ С КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ БОЛЕЕ 40 ММ, КЛАССА В7,5	М3	102	102
	C113-12904-12	ПЛЕНКА ПОЛИЭТИЛЕНОВАЯ ПЕРВОГО СОРТА, ТОЛЩИНОЙ 0,2 ММ	М2	108	108
	C414-1003	БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ С КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ 20-40 ММ, КЛАССА В7,5	М3	102	102
3	Е6-1-5	<b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗ БЕТОНА КЛАССА С12/15, ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОД КОЛОННЫ, ОБЪЕМОМ ДО 3 М3</b>	<b>100М3</b>	<b>1</b>	
	C101-152900	ЭЛЕКТРОДЫ ДИАМЕТРОМ 6 ММ Э42	Т	0,02	0,02
	C101-17500-1	ГВОЗДИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ	КГ	4,9	4,9
	C101-96200	СМАЗКА СОЛИДОЛ ЖИРОВОЙ "Ж"	Т	0,096	0,096
	C102-6100	ДОСКИ ОБРЕЗНЫЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД, ДЛИНОЙ 4-6,5 М, ШИРИНОЙ 75-150 ММ, ТОЛЩИНОЙ 44 ММ И БОЛЕЕ III СОРТА	М3	0,74	0,74
	C203-49801	ЩИТЫ ИЗ ДОСОК ТОЛЩИНА 25 ММ	М2	64,1	64,1
	C204-2900	ПРОВОЛОКА АРМАТУРНАЯ ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ S500(ВР-I) ДИАМЕТРОМ 4 ММ	Т	0,029	0,029
	C412-9005	ВОДА	М3	0,36	0,36

C414-1005-4	БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ БОЛЕЕ 40 ММ, КЛАССА С12/15 (В15)	С	МЗ	101,5	101,5
C113-12904-12	ПЛЕНКА ПОЛИЭТИЛЕНОВАЯ ПЕРВОГО СОРТА, ТОЛЩИНОЙ 0,2 ММ		М2	153	153
C414-1005	БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ 20-40 ММ, КЛАССА С12/15 (В15)	С	МЗ	101,5	101,5
C204-2713	ГОРЯЧЕКАТАНАЯ АРМАТУРНАЯ СТАЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ КЛАССА S500(АТ500С), ДИАМЕТРОМ, 16-18 ММ		Т	1	4,5

Материально ответственное \_\_\_\_\_ Дата составления \_\_\_\_\_ лицо \_\_\_\_\_

Мастер

Инженер ПТО

Дата передачи в

бухгалтерию

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



ОТЧЕТ									
о расходе строительных материалов в сопоставлении с производственными нормами									
Объект:		Варианты АСУ							
Материально ответственное лицо									
↙ Верхний колонтитул									
№ п/п	Обоснование		Наименование видов работ			Единица измерения	Объем работ	Расход на выполненный	
	Код материального ресурса		Наименование материала			Единица измерения	Расход на единицу измерения работ по	объем работ на стоимость	
1	2		3			4	5	6	
↙ Заголовок группы 'НомПоз'									
Ном Поз	Обосн		НаимРаб			База_ЕдИзм	Vраб		
↙ Область данных									
	Код мат	НаимМат			СправМат_ЕдИзм	НорРасх	Всего		
↙ Нижний колонтитул									
↙ Примечание отчета									

### Вид отчета 3 в Конструкторе

5. Получим Отчет 3. Относительная сложность этого отчета состоит в том, что здесь 2 группы записей по работе и по материалам, а значит не обойтись без группировки. Создать отчет на основании подготовленного запроса удобнее с помощью *Мастера*. В ЗАПРОСЕ мы уже подготовили все необходимые данные для отчета, просто перенесем их в отчет. Вопрос «Добавить уровень группировки?» должен заставить задуматься над вопросом: «По какому полю определить группу?». Для этого случая подходят два поля *Номер позиции* и *Обоснование*. *Номер позиции* все же предпочтительнее, поскольку является ключевым полем. «Выберите порядок сортировки» мы можем рассортировать по *Коду материала*. Следующий вопрос *Мастера* «Выберите вид макета для отчета». Еще раз посмотрите на будущий документ, поэкспериментируйте. Стилль выбирайте из собственных представлений о дизайне. Имя отчету дайте исходя из его назначения. Посмотрите на отчет в *Предварительном просмотре*, сравните ваш отчет с документом и перейдите в *Конструктор*. Переместите поля в нужные места. У нас появился новый раздел *Заголовок группы*. В него надо переместить все поля, относящиеся к работе (*Обоснование*, *Наименование работы*, *Ед. изм.* и *Объем*), после этого необходимо расставить поля в *Области данных*.

Настройте шапку отчета. Отчет должен быть выровнен по строкам и столбцам.

5. Подготовим данные для выдачи **Отчета 4**. Для получения Отчета 4, мы должны создать ЗАПРОС с подключением четырех необходимых таблиц. В

этот запрос должны быть включены все необходимые поля. Если поля *Код*, *Наименование материала*, *Единица измерения* есть в таблицах, то поле *Количество* можно получить только расчетным путем. Подумайте. Конечно, поле *Количество* получается умножением полей *Объем* и *Норма расхода*. Посмотрите на результат. Если вы не предусмотрели «Итоги/Групповые операции», то наверняка увидите несколько строк по одному материалу. Это происходит потому, что один и тот же материал входит в нормы расхода для разных работ. Когда вы создадите строку *Групповые операции*, то подумайте над вопросом: «Как нам надо обработать эту информацию?». Совершенно очевидно, что мы должны сгруппировать данные, относящиеся к одному материалу. А как быть с *Количеством*? Нам ведь нужна не группировка по нему, а суммирование. Не забудьте рассчитать поле *Стоимость сметная*, помня при этом, что мы уже просуммировали данные для поля *Количество*. Только убедившись, что все расчеты верны (проверьте вручную), можно приступить к выдаче отчета.

Поле:	КодМатер	Наимен	ЕдинИзмер	Колич: Sum([НормРасх]*[ОбРабот])	Цена	Стоим: [Колич]*[Цена]
Имя таблицы:	Справочник матери	Справочник матери	Справочник матери		Справочник матери	
Групповая операция:	Группировка	Группировка	Группировка	Выражение	Группировка	Выражение
Сортировка:		по возрастанию				
Вывод на экран:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

#### Отчет 4

Ведомость используемых материалов и оборудования за 202 г.

№	Наименование ресурса	Ед. изм.	Колво	Цена за единицу, руб.		Стоимость, руб.	Транспорт		
				без НДС	с НДС		%	на ед., руб.	всего, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>МАТЕРИАЛЫ ПОДРЯДЧИКА</b>								
1	С414-1003 БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ С КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ 20-40 ММ, КЛАССА В7,5	М3	102	78,42		7998,84	7,78	6,1	622,2

2	C414-1005 БЕТОН ТЯЖЕЛЫЙ С КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ 20-40 ММ, КЛАССА С12/15 (В15)	МЗ	101,5	73,97		7507,96	7,7 8	5,75	583,6 3
3	C412-9005 ВОДА	МЗ	2,36	1,04		2,45	0,0 0	0	0
4	C101-17500-1 ГВОЗДИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ	КГ	7,8	2,13		16,61	7,9 4	0,17	1,33
5	C204-2713 ГОРЯЧЕКАТАНАЯ АРМАТУРНАЯ СТАЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ КЛАССА S500(АТ500С), ДИАМЕТРОМ, 16-18 ММ	Т	4,5	1468,85		6609,83	5,7 2	84,02	378,0 9
6	C102-6100 ДОСКИ ОБРЕЗНЫЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД, ДЛИНОЙ 4-6,5 М, ШИРИНОЙ 75-150 ММ, ТОЛЩИНОЙ 44 ММ И БОЛЕЕ III СОРТА	МЗ	1,15	201,19		231,37	7,9 4	15,97	18,37
7	C113-12904-12 ПЛЕНКА ПОЛИЭТИЛЕНОВАЯ ПЕРВОГО СОРТА, ТОЛЩИНОЙ 0,2 ММ	М2	511	0,69		352,59	7,9 4	0,05	25,55
8	C204-2900 ПРОВОЛОКА АРМАТУРНАЯ ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ S500(ВР-1) ДИАМЕТРОМ 4 ММ	Т	0,046	1866,38		85,85	5,7 2	106,7 6	4,91
9	C101-96200 СМАЗКА СОЛИДОЛ ЖИРОВОЙ "Ж"	Т	0,153	2228,32		340,93	7,9 4	176,9 3	27,07
1 0	C203-49801 ЩИТЫ ИЗ ДОСОК ТОЛЩИНА 25 ММ	М2	102	11,1		1132,2	7,9 4	0,88	89,76
1 1	C101-152900 ЭЛЕКТРОДЫ ДИАМЕТРОМ 6 ММ Э42	Т	0,02	3282,67		65,65	7,9 4	260,6 4	5,21

	<b>МАТЕРИАЛЫ ЗАКАЗЧИКА (ОТВЕТСТВ.ХРАНЕНИЕ )</b>								
1	C414-1001 ТЯЖЕЛЫЙ КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ 20-40	БЕТОН С 20-40		102	70,26		7166,52		5,47
2	ММ, КЛАССА В3,5		М3					7,7 8	557,9 4
1	C414-1003-4 ТЯЖЕЛЫЙ КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ БОЛЕЕ 40 ММ, КЛАССА В7,5	БЕТОН С БОЛЕЕ	М3	102	55,14		5624,28	9,6 0	5,29 8
1	C414-1005-4 ТЯЖЕЛЫЙ КРУПНОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ БОЛЕЕ 40 ММ, КЛАССА С12/15 (В15)	БЕТОН С БОЛЕЕ 40	М3	101,5	62,88		6382,32	9,6 0	6,04 6

ВСЕГО:

43517,4

В Т.Ч. МАТЕРИАЛЫ

24344,28

ПОДРЯДЧИКА

В Т.Ч. МАТЕРИАЛЫ

19173,12

ЗАКАЗЧИКА

ЗАКАЗЧИК

ПОДРЯДЧИК

7. Получим Отчет 4. Отчет очень прост. И его удобнее создать с помощью *Мастера*. Перенесем поля в отчет. Группировок у нас нет, а отсортировать можно по *Коду материала*. Не забудьте про итог по полю *Стоимость сметная*. Настройте шапку отчета. Отчет должен быть выровнен по строкам и столбцам.

Настройте шаблоны вывода данных. Все физические показатели (*Объемы, Количества, Нормы*) у нас должны быть фиксированными и иметь 4 знака после запятой, все стоимостные показатели – 2 знака.

Заголовок отчета										
ВЕДОМОСТЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ										
объект: АСУ ВАРИАНТЫ; Акт № 1										
Верхний колонтитул										
№	Код материала	Наименование ресурса				Ед. изм.	Кол-во	Цена за единицу, руб.		Стоимость, руб.
								без НДС	с НДС	
1	2	3				4	5	6	7	8
Область данных										
=1	Код мат	НаимМат				ЕдИзм	кол-во	Цена		Стоимость
Нижний колонтитул										
Примечание отчета										
Всего										=Sum([Стои
ЗАКАЗЧИК							ПОДРЯДЧИК			

Вид отчета 4 в Конструкторе

### Лабораторная работа № 5.

**Многотабличные формы. Простые и подчиненные формы. События. Кнопки. Создание формы для ведения НСИ.**

**Многотабличная форма** создается для работы с данными нескольких взаимосвязанных таблиц. Источником данных такой формы является многотабличный запрос. При этом форма также может быть простой, отображающей одну запись в столбик, или ленточной, отображающей все записи в табличном виде с надписями в заголовке формы. Многотабличная форма может быть составной: состоять из главной формы и одной или нескольких **подчиненных** включаемых форм. Подчиненная форма, как правило, строится на основе таблицы, подчиненной таблице-источнику записей главной формы, т.е. находится с ней в отношении 1 : М. Подчиненная форма отображает данные из всех записей подчиненной таблицы, которые связаны с записью, отображаемой в главной форме. Именно к такому типу относится форма для ведения НСИ.

**Событиями** называют определенные действия, возникающие при работе с конкретным объектом или элементом: нажатие кнопки мыши, изменение данных (до обновления, после обновления), открытие или закрытие формы и т. д. Они могут быть инициированы пользователем или системой. С событием могут связываться макрос или процедура обработки события на языке VBA, выполняющие некоторые действия или рассчитывающие значения. Например,

в процедуре можно организовать открытие связанной формы, обновление данных таблицы расчетными значениями, печать формы, вывод отчета. Запрограммировав в процедурах вызов различных объектов базы данных, можно автоматизировать выполнение задач приложения.

**Кнопка**, пожалуй, самый простой механизм для запуска запроса, макроса или вызова формы. Она может быть создана в форме с помощью мастера. Для этого надо нажать на вкладке ленты конструктора форм в группе Элементы управления (Controls) кнопку Кнопка (Command Button). После вычерчивания кнопки в форме открывается диалоговое окно мастера Создание кнопок (Command Button Wizard), в котором надо выбрать нужную категорию. Мастер создает для кнопки внедренный макрос, что отражается в свойстве Нажатие кнопки (OnClick) записью [Внедренный макрос] ([EmbeddedMacro]). Созданный мастером внедренный макрос содержит одну макрокоманду запуска изолированного макроса, выбранного в ходе работы мастера.

В форме по Ведению НСИ мы должны видеть как название работы и ее статьи затрат, так и подчиненные формы по расходу материалов и использованию механизмов. Не забывайте, что одной работе может соответствовать несколько строк по расходу материалов и использованию механизмов, поэтому на одном экране должны быть отображена ВСЯ информация о работе и о ВСЕХ ее ресурсах, т.е. подчиненные формы должны быть либо ленточными, либо табличными. Посмотрите, как выглядит печатный вариант НРР (файл «Расценки»). Попробуйте ввести новые и откорректировать существующие работы, включая нормы по материалам и механизмам.

### **Порядок работы.**

1. Форму для ввода/корректировки работ с одним видом ресурса (Материалов или Механизмов) можно создать с помощью *Мастера*. Для этого необходимо выбрать первые 6 полей из таблицы БАЗА, все поля (дублировать обоснование для самоконтроля) из НОРМ РАСХОДА и *Наименование, (ЕдИзм)* из таблицы СПРАВОЧНИКА (МАТЕРИАЛОВ или МЕХАНИЗМОВ). ACCESS «почувствует» наличие отношения «один ко многим» и предложит создать подчиненную форму. На вопрос *Мастера* «Внешний вид подчиненной формы» целесообразно выбрать ленточное представление. Стиль формы выберите исходя из собственных представлений о дизайне. Обратите внимание, что создаются две формы –главная и подчиненная. В режиме



*Конструктора* настройте форму для удобства работы. После поля *Код* расположите поле *Наименование*.

2. Подчиненную форму можно создать с помощью *Конструктора*. Необходимо выбрать все поля из таблицы БАЗА и аккуратно их расположить вместе с сопроводительным текстом. Затем выберите элемент управления «Подчиненная форма» и расположите её (подчиненную форму) в выбранном вами месте формы. Создать подчиненную форму можно с помощью *Мастера* и вручную. Если прижата кнопка панели элементов «Использование мастера», то *Мастер* предложит вам выбрать поля из нужных таблиц, а также поля связи между главной и подчиненной таблицей (*Обоснование*). Если вы предпочитаете самостоятельно создать подчиненную форму, то не забудьте заполнить свойства «Объект-источник», «Основные поля», «Подчиненные поля» и др. После поля *Код* расположите поле *Наименование*. Не забудьте, у нас два ресурса *Материалы* и *Механизмы*, т.е. необходимо создать две подчиненные формы.

3. Вы можете совместить два способа создания формы. Создать с помощью *Мастера* основную форму БАЗА и одну подчиненную (например, РАСХОД МАТЕРИАЛОВ), а затем в режиме *Конструктора*, с использованием элемента управления «Подчиненная форма», создать вторую подчиненную форму.

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Единица измерения	Норма расхода
1	2	3	4
E8-28-1	<b>Монтаж мусоропровода со стволом из асбоцементных труб диаметром 400 мм в 9-этажных зданиях с пятью клапанами</b>	мусоропров	
	ЗАТРАТЫ ТРУДА		
	СРЕДНИЙ РАЗРЯД РАБОЧИХ		3.6
	ЗАТРАТЫ ТРУДА РАБОЧИХ-СТРОИТЕЛЕЙ	ЧЕЛ.-Ч.	76.83
	ЗАТРАТЫ ТРУДА МАШИНИСТОВ	МАШ.-Ч.	13.03
	<b>НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ</b>		
C101-152900	ЭЛЕКТРОДЫ ДИАМЕТРОМ 6 ММ Э42	Т	0.01
C101-32601	КЛАПАНЫ ПРИЕМНЫЕ	ШТ	5.00
C101-38400	КРАСКИ МАСЛЯНЫЕ И АЛКИДНЫЕ ГУСТОТЕРТЫЕ БЕЛИЛА ЦИНК	Т	0.00
C101-62201	МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ МУСОРОСБОРНИК С ТЕЛЕЖКОЙ	КОМПЛЕКТ	1.00
C101-62700	ОЛИФА КОМБИНИРОВАННАЯ К-2	Т	0.00
C103-70000	ТРУБЫ БЕЗНАПОРНЫЕ ДИАМЕТРОМ УСЛОВНОГО ПРОХОДА 30С	М	4.00
C103-70100	ТРУБЫ БЕЗНАПОРНЫЕ ДИАМЕТРОМ УСЛОВНОГО ПРОХОДА 40С	М	24.50
C201-77700	КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	Т	0.09
S300-26200	ДЕФЛЕКТОРЫ ВЫТЯЖНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ТИПА ЦАГИ №3,	ШТ	1.00
S414-2002	РАСТВОРЫ КЛАДОЧНЫЕ ТЯЖЕЛЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ, МАРКИ 50	МЗ	0.12
*			
Запись: 1 из 10   Нет фильтра   Поиск			
<b>НОРМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН</b>			
M020129	КРАНЫ БАШЕННЫЕ 8 Т	МАШ.-Ч.	13.03
M040502	УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ (ПОСТОЯННОГО Т	МАШ.-Ч.	11.91
*		МАШ.-Ч.	
Запись: 1 из 2   Нет фильтра   Поиск			
Запись: 15 из 15   Нет фильтра   Поиск			

Режим просмотра формы

Заголовок формы																																																																													
Номер расценки		Наименование работ и элементов затрат							Единица измерения		Норма расхода																																																																		
Код ресурса																																																																													
1		2							3		4																																																																		
Область данных																																																																													
Обосн		НаимРаб							ЕДИЗМ																																																																				
		ЗАТРАТЫ ТРУДА																																																																											
		СРЕДНИЙ РАЗРЯД РАБОЧИХ									Разряд																																																																		
		ЗАТРАТЫ ТРУДА РАБОЧИХ-СТРОИТЕЛЕЙ							ЧЕЛ.-Ч.		Траб																																																																		
		ЗАТРАТЫ ТРУДА МАШИНИСТОВ							МАШ.-Ч.		Тмаш																																																																		
		НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="13">Заголовок формы</th> </tr> <tr> <th colspan="13">Область данных</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Код мат</th> <th colspan="7">НаимМат</th> <th colspan="2">ЕДИЗМ</th> <th colspan="2">НорРасх</th> </tr> <tr> <th colspan="13">Примечание формы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="13">НОРМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН</td> </tr> </tbody> </table>													Заголовок формы													Область данных													Код мат		НаимМат							ЕДИЗМ		НорРасх		Примечание формы													НОРМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН												
Заголовок формы																																																																													
Область данных																																																																													
Код мат		НаимМат							ЕДИЗМ		НорРасх																																																																		
Примечание формы																																																																													
НОРМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="13">Заголовок формы</th> </tr> <tr> <th colspan="13">Область данных</th> </tr> <tr> <th colspan="2">КодМех</th> <th colspan="7">НаимМех</th> <th colspan="2">МАШ.-Ч.</th> <th colspan="2">НорРасх</th> </tr> <tr> <th colspan="13">Примечание формы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="13">Примечание формы</td> </tr> </tbody> </table>													Заголовок формы													Область данных													КодМех		НаимМех							МАШ.-Ч.		НорРасх		Примечание формы													Примечание формы												
Заголовок формы																																																																													
Область данных																																																																													
КодМех		НаимМех							МАШ.-Ч.		НорРасх																																																																		
Примечание формы																																																																													
Примечание формы																																																																													

Режим конструктора

## СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Сметная стоимость заработной платы определяется исходя из **стоимости одного человеко-часа** рабочего 4-го разряда, установленной по данным Национального статистического комитета о номинальной начисленной среднемесячной заработной плате по строительству, на первое число месяца, предшествующего дате разработки сметы.

**Стоимость одного человеко-часа** рабочего 4-го разряда рассчитывается в среднем по республике (для строительства за исключением г. Минска) и по г. Минску. Данные о стоимости человеко-часа рабочих и поправочные коэффициенты приведены ниже.



При разработке сметной документации заработная плата определяется как произведение трудозатрат на **стоимость одного человеко-часа** рабочего 4-го разряда и на межразрядный расчетный коэффициент для определения стоимости затрат труда рабочих соответствующего разряда.

Исходные данные для расчета текущих цен: **стоимость человеко-часа рабочего 4-го разряда** составляет:

При определении сметной стоимости строительства объектов с 1 ноября 2021 г. следует руководствоваться ценой 1-го человека-часа рабочих-строителей 4-го разряда в размере 8,20 рубля независимо от вида выполняемых работ.

Новый размер норматива предусмотрен постановлением Минстройархитектуры от 01.10.2021 № 85 «Об установлении размера одного человека-часа рабочих-строителей четвертого разряда в денежном выражении».

Таблица 1. Межразрядные расчетные коэффициенты для определения стоимости затрат труда рабочих на основании стоимости одного человеко-часа 4 разряда

Разряд	Коэффициент	Разряд	Коэффициент	Разряд	Коэффициент
г		д		д	г
Разряд	Коэффициент	Разряд	Коэффициент	Разряд	Коэффициент
г		д		д	г
2,8	0,8357	3,7	0,9579	4,6	1,0611
2,9	0,8478	3,8	0,9719	4,7	1,0713
3,0	0,8599	3,9	0,9859	4,8	1,0815
3,1	0,8739	4,0	1,0	4,9	1,0917
3,2	0,8879	4,1	1,0102	5,0	1,1019
3,3	0,9019	4,2	1,0204	5,1	1,1127
3,4	0,9159	4,3	1,0306	5,2	1,1236
3,5	0,9299	4,4	1,0408	5,3	1,1344
3,6	0,9439	4,5	1,0509	5,4	1,1452

Сметная стоимость эксплуатации машин и механизмов определяется исходя из **цены одного машино-часа соответствующей машины**, определяемой на основании Каталога стоимости ресурсов одного маш. часа эксплуатации строительных машин, перечня машин и механизмов, приведенных в нормативах расхода ресурсов и норм времени работы машин и механизмов.

*При выборе цены одного маш.-часа эксплуатации строительных машин необходимо для работ, выполнение которых в соответствии с законодательством освобождено от налога на добавленную стоимость, цену одного маш.-часа брать с НДС, а для работ, выполнение которых в соответствии с законодательством не освобождено от налога на добавленную стоимость – без НДС.*

**Сметная стоимость материалов, изделий и конструкций** определяется на основании Каталога текущих цен на ресурсы, используемых для определения сметной стоимости строительства и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении, и норм расхода материалов.

*Аналогично НДС для материалов.*

**Транспортные расходы, включая заготовительно-складские расходы**, по доставке материалов от предприятий-изготовителей и (или) поставщиков до приобъектного склада объекта строительства, определяются от стоимости строительных материалов по процентной норме по трем зонам строительства по видам материалов в размерах, приведенных в таблице 2:

- по объектам городского строительства (строительство объектов в пределах территории городов областного и районного подчинения) код зоны – 1;
- по объектам строительства в сельской местности (строительство объектов в пределах территорий областей, районов и территориальных единиц, за исключением территорий городов областного и районного подчинения и г. Минск) код зоны – 2;
- по объектам строительства в г. Минске - код зоны - 3.

Таблица 2. Нормы затрат на транспортные расходы от стоимости материалов по трем зонам строительства по видам материалов, %

(выдержка)

Наименование материалов, изделий и конструкций	Зоны строительства		
	1 зона (город)	2 зона (село)	3 зона (Минск)
Материалы для строительных работ общего назначения	7,04	14,14	<b>7,94</b>
Металлические конструкции и изделия	4,92	6,07	5,72
Изделия и конструкции железобетонные	7,44	11,66	9,02
Смеси бетонные, растворные, асфальтобетонные. Легкие бетоны	11,37	16,09	7,78
Кирпич	9,86	15,79	7,82
Изделия из легкого бетона	6,75	11,10	8,52

**Общехозяйственные и общепроизводственные расходы и плановая прибыль** определяются по процентной норме, утверждаемой Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь от заработной платы рабочих и машинистов. Ниже приведены нормы общехозяйственных и общепроизводственных расходов. С 1 августа 2019 года к нормам на ОХР и ОПР применяется повышающий коэффициент 1.14, к плановой прибыли – 1.1.

Таблица 3. Нормы общехозяйственных и общепроизводственных расходов, плановой прибыли (выдержка)

N п/ п	Наименование работ	Нормы в процентах (от суммы сметных величин заработной платы рабочих и машинистов)	
		ОХР ОПР	и ПП

1	Строительные работы (за исключением работ пп. 2 - 4) для:		
11	городского строительства	<b>57,48</b>	<b>63,54</b>
12	строительства в сельской местности	68,78	64,32
2	Монтаж сборных железобетонных конструкций при строительстве каркасных зданий и объектов КПД для:		
21	городского строительства	93,35	109,70
22	строительства в сельской местности	107,39	110,87
3	Монтаж металлических конструкций каркасных зданий	62,42	63,62
4	Монтажные и специальные работы		
N п/ п	Наименование работ	Нормы в процентах (от суммы сметных величин заработной платы рабочих и машинистов)	
		ОХР ОПР	и ПП
41	монтаж металлических конструкций	49,99	61,29
42	теплоизоляционные работы	60,02	45,46

Сметная стоимость прямых затрат формируется из заработной платы рабочих (ЗП), стоимости затрат на эксплуатацию строительных машин (ЭММ), стоимости материалов, изделий и конструкций (М), транспортно-заготовительных расходов (ТЗ), то есть:

$$ПЗ = ЗП + ЭММ + М + ТЗ.$$

**Сметная стоимость строительного-монтажных работ (СС),** определяемая в составе локальных смет состоит из прямых затрат (ПЗ), общехозяйственных и общепроизводственных расходов (ОХРиОПР), плановой прибыли (ПП), то есть:

СС = ПЗ + ОХРиОПР + ПП.

Таблица 4. Сметные нормы затрат на строительство временных зданий и сооружений НРР 8.01.102-2017 (выдержка)

Наименование видов строительства объектов	Норма, %
4 Жилищно-гражданское строительство в городах и поселках городского типа	
4.1 Жилые дома:	
а) жилые дома всех типов (включая объекты распределительной инженерной инфраструктуры и благоустройство)	4,5
б) районы (кварталы) жилой застройки (включая объекты распределительной инженерной инфраструктуры и благоустройство)	3,7
4.2 Благоустройство городов и поселков (включая работы по устройству улиц, проездов, тротуаров, озеленению)	4,7
4.3 Школы, детские сады, ясли, магазины, административные здания, кинотеатры, театры, картинные галереи, физкультурно-оздоровительные и спортивные здания и другие здания гражданского строительства	6,1
4.4 Учебные и лечебные здания и сооружения, научноисследовательские, конструкторские и проектные институты, храмовые комплексы и культовые здания, многофункциональные здания и комплексы	5,8
4.5 Объекты коммунального назначения (бани, прачечные, крематории, гаражи и т.д.)	4,7
4.9 Санатории, дома отдыха, турбазы, пансионаты, профилактории, пионерские лагеря	7,5

5.4 Сельскохозяйственное строительство, включая жилищное и гражданское строительство в сельской местности (кроме строительства автомобильных дорог, мостов, путепроводов и электрификации)	10,7
--	------

Таблица 5. Сметные нормы затрат на зимние удорожания НРР 8.01.103-2017 ч.1 (выдержка)

(для Минской области расчетный зимний период с 15.11 по 25.03)

Виды строительства	Норма, %
11 Строительство жилых и общественных зданий	
11.1 жилые здания крупнопанельные и объемно-блочные	2,34
11.2 жилые здания кирпичные, каркасные и из блоков	2,58
11.3 жилые здания деревянные	3,59
11.4 жилые здания монолитные	3,35
11.5 здания общественного назначения (школы, учебные заведения, клубы, детские сады и ясли, больницы, магазины, административные здания, кинотеатры, театры, картинные галереи и др.)	2,96
11.6 санатории, дома отдыха, турбазы, пансионаты, профилактории, пионерские лагеря и др.	2,99
11.7 объекты коммунального хозяйства	2,96

### **Использование средств программирования для расчета статей затрат**

Для работы с данными служит библиотека классов DAO (DataAccessObjects) и библиотека ADO (ActiveXDataObjects). Не вдаваясь в детали, можно сказать, что обе модели подходят для обработки данных. Для клиент-серверных систем преимущество у ADO. Для личных и корпоративных разработок на архитектуре файл-сервер, наверно удобней пользоваться DAO. Нам, для практических целей, лучше использовать семейство Recordset (Результирующие наборы записей) класса Database. Каждое множество Recordset основывается на записях таблицы или на описании запроса и

позволяет находить, добавлять, изменять или удалять записи. Структуры таблиц базы данных хранятся в семействе класса TableDefs, в частности, в объектах его классов Fields (Поля), Indexes (Индексы). В семействе класса Relations (Связи) размещаются схемы данных таблиц. Структура запросов базы данных описывается семейством класса QueryDefs (Запросы) с объектами классов Fields (Поля), Parameters (Параметры).

Далее приведена программа для расчета стоимостных показателей по созданной БД.

В процедуре Rasch\_Bazy\_Vse\_Pola() открывается база данных, создаются наборы записей из таблиц и запросов. Затем мы проходим по всем записям таблицы База. Для каждой записи рассчитываем ее стоимостные показатели и заносим эти данные в соответствующие поля таблицы.

Текст программы.

```
'Программа для расчета стоимостных показателей. Автор:  
Богомолов И.И,  
Public Sub Rasch_Bazy_Vse_Pola()  
Dim dbs As Database 'db - переменная типа Database (база данных)  
Set dbs = CurrentDb ' Текущая база данных  
' Наборы данных, представляющие  
Dim rstBaza As DAO.Recordset ' таблицу База,  
Dim rstStoimMat As Recordset ' Набор записей из запроса для расчета  
Материалов  
Dim rstStoimMeh As Recordset ' Набор записей из запроса для расчета  
Механизмов  
Dim rstMegK As Recordset ' Набор записей из запроса для расчета Межр. коэф.  
'***** Объявления Набора  
переменных  
Dim tmpData As Date ' Текущая дата  
Dim strObosn, strObosnKav As String ' Строка для обоснования  
Dim tmpTrudZ, tmpTrudMash, tmpSredRazrB As Single ' Переменные для числовых  
исх из Базы  
Dim tmpSredRazr, tmpStChelCh, tmpStMashCh, tmpMegrKoeff As Single '  
Переменные числовых
```

```

Dim tmpOsnZ, tmpZarplMash, tmpTran, tmpVsegoAsSingle ' Пер для числовых
расчетные
Dim strSQLMat, strSQLMeh, strSQLMegrK, strTablicy As String
Dim SumPoMat, SumPoMehAs Single ' Для подсуммировки
*****

' Присваивание наборам данных значений конкретных таблиц
Set rstBaza = dbs.OpenRecordset("База")
rstBaza.Index = "PrimaryKey"
Set rstMegK = dbs.OpenRecordset("Меж_Разр_Коэф") rstMegK.Index =
"PrimaryKey"
Set rstStoim = dbs.OpenRecordset("Стоимости чел-часов")
Dim myRecordCount As Integer
myRecordCount = DCount("Name", "MSysObjects", "Name =
""ВременныйРасчетМат"" ") tmpStChelCh = DSum("[См_чел-ч раб]",
"[Стоимости чел-часов]") tmpStMashCh = DSum("[См_чел-ч маш]",
"[Стоимости чел -часов]")
' Создание запросов
' Материал
strSQLMat = "SELECT База.Обосн, Sum([H_Расх]*[Цена]) AS
[СтоимМат]" & _
"FROM База INNER JOIN ([Справочник материалов] INNER JOIN
[Нормы расхода материалов]" & _
"ON [Справочник материалов].Код_Мат = [Нормы расхода
материалов].[Код_Мат])" & _
"ON База.Обосн = [Нормы расхода материалов].Обосн " & _
"GROUP BY База.Обосн ORDER BY База.Обосн"
Set qdfRasMat = dbs.CreateQueryDef("ВременныйРасчетМат",
strSQLMat)
Set rstStoimMat = qdfRasMat.OpenRecordset(dbOpenSnapshot)
' Механизм
'SELECT База.Обосн, Sum([H_Расх]*[Стоим_Маш_Часа]) AS
СтоимМех
'FROM [Справочник механизмов] INNER JOIN (База INNER JOIN [Нормы
использования механизмов] ON База.Обосн = [Нормы использования
механизмов].Обосн) ON [Справочник
механизмов].Код_Мех = [Нормы использования механизмов].Код_Мех

```



```
'GROUP BY База.Обосн; strSQLMeh = "SELECT База.Обосн,
Sum([H_Расх]*[Стоим_Маши_Часа]) AS [СтоимМех] " & _
"FROM [Справочник механизмов] INNER JOIN (База INNER JOIN [Нормы
использования механизмов]" & _
"ON База.Обосн = [Нормы использования механизмов].Обосн) ON
[Справочник механизмов].Код_Мех = " & _
"[Нормы использования механизмов].Код_Мех " & _
"GROUP BY База.Обосн ORDER BY База.Обосн"
```

```
Set qdfRasMeh = dbs.CreateQueryDef("ВременныйРасчетМех",
strSQLMeh)
```

```
Set rstStoimMeh = qdfRasMeh.OpenRecordset(dbOpenSnapshot)
```

```
strSQLMegrK = "SELECT База.Обосн, База.Ср_разряд,
Меж_Разр_Коэф.Коэфф " & _
```

```
"FROM Меж_Разр_Коэф INNER JOIN База ON
Меж_Разр_Коэф.Разряд = База.Ср_разряд ORDER BY База.Обосн"
```

```
Set qdfMK = dbs.CreateQueryDef("ВременныйМежКоэф", strSQLMegrK)
```

```
Set rstMegK = qdfMK.OpenRecordset(dbOpenSnapshot) tmpData = Now()
```

```
' ***** Основной цикл по Базе
```

```
WithrstBaza tmpSredRazr = 0 .MoveFirst 'Перейти на первую запись
```

```
WhileNot .EOF 'Перебор записей в Базе strObosn = .Fields("Обосн")
```

```
strObosnKav = "" &strObosn& "" tmpTrudZ = .Fields("Труд_раб") ' Взять
```

```
tmpTrudMash = .Fields("Труд_маши") ' Взять tmpSredRazr =
```

```
.Fields("Ср_Разряд") ' Взять
```

```
' ***** Расчетзарплат
```

```
rstMegK.FindFirst "[Обосн]=" &strObosnKav
```

```
If.NoMatch Then
```

```
MsgBox "Record not found." &strObosnKav
```

```
GoTo Cleanup
```

```
Else
```

```
tmpMegrKoeff = rstMegK.Fields("Коэфф") ' Коэф-т
```

```
End If
```

```
tmpOsnZ = Round(tmpTrudZ * tmpStChelCh * tmpMegrKoeff, 2) tmpZarplMash =
```

```
Round(tmpTrudMash * tmpStMashCh * tmpMegrKoeff, 2)
```

```
' ***** Расчет зарплат Конец
```

```
' ***** Расчет Материалов
```

```
SumPoMat = 0
```

```

rstStoimMat.FindFirst "[Обосн]=" &strObosnKav
    If rstStoimMat.NoMatch Then
MsgBox "Record not found. Материалы " &strObosn
    'GoTo Cleanup
    Else
SumPoMat = Round(rstStoimMat![СтоимМат], 2)
    End If 'РасчетМатериалов ***** РасчетМеханизмов
SumPoMeh = 0
rstStoimMeh.FindFirst "[Обосн]=" &strObosnKav
    If rstStoimMeh.NoMatch Then
MsgBox "Record not found. Механизмы " &strObosn
    'GoTo Cleanup
    Else
SumPoMeh = Round(rstStoimMeh![СтоимМех], 2)
    End If 'РасчетМеханизмов
OnErrorResumeNext
.Edit
    'метод Edit, чтобы подготовить текущую запись для изменения.
.Fields("Осн_Зарп") = tmpOsnZ ' Заполняем
.Fields("Зарп_Маши") = tmpZarplMash
.Fields("Матр_Рес") = SumPoMat ' Заполняем
.Fields("Экс_Маши_И_Мех") = SumPoMeh tmpTran = Round(SumPoMat *
0.096, 2)
.Fields("Транспорт") = tmpTran
tmpVsego = tmpOsnZ + SumPoMat + SumPoMeh + tmpTran
.Fields("Всего") = tmpVsego
.Update ' Сохранение записи в таблице
OnErrorGoTo 0
    .MoveNext ' Переход к следующей записи
Wend
EndWith 'База
    ' Конец Основного цикла по Базе Cleanup:
dbs.QueryDefs.Delete (qdfRasMat.Name) ' Удаление запроса Матер
dbs.QueryDefs.Delete (qdfRasMeh.Name) ' Удаление запроса Механ
dbs.QueryDefs.Delete (qdfМК.Name) ' Удаление запроса МежрК
rstStoimMat.Close rstStoimMeh.Close rstBaza.Close rstMegK.Close

```

### **РАЗДЕЛ 3. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Определение системы. Типы и характеристики систем. Системный подход.
2. Структура системы управления. Подсистемы и элементы системы, связи между ними.
3. Системный анализ. Метод построения «дерева целей».
4. Управление в системах. Функции управления. Принцип обратной связи.
5. Регулирование в системах.
6. Принятие управленческих решений. Основные этапы.
7. Основные принципы автоматизации систем управления. Их содержание.  
В.М. Глушков об АСУ.
8. Модели и моделирование систем. Типы моделей. Модели и методы, применяемые в АСУС.
9. Методы сетевого планирования.
10. СРМ, PERT, Сети предшествования.
11. История развития вычислительной техники и информационных технологий.
12. Информационные технологии в строительстве.
13. История развития теории и практики управления в строительстве.
14. Классификация АСУ. Основные принципы создания АСУ.
15. Технические средства, используемые в АСУ. Их характеристики.
16. Системное программное обеспечение.
17. Сервисное программное обеспечение.
18. Прикладное программное обеспечение общего назначения.
19. Прикладное программное обеспечение для АСУ в строительстве.

20. Архитектура фон Неймана. Поколения больших ЭВМ. Персональные ЭВМ.
21. Основы устройства ЭВМ. Процессор, память и периферийные устройства. Бит, байт.
22. Что такое информационные барьеры? Опишите первый, второй, третий....
23. Основные этапы развития технических средств ЭВМ.
24. Развитие автоматизации управления строительством.
25. Сущность формализации и постановки задач. Построение алгоритмов.
26. Слабоструктурированные задачи. Методы их решения.
27. Основные системы автоматизации проектных работ.
28. Системы автоматизированного выпуска смет для проектных организаций.
29. Системы автоматизированного выпуска смет для подрядных строительных организаций.
30. Основные программные средства, применяемые в обосновании инвестиций.
31. Интеграция систем автоматизированного проектирования и управления.
32. Системы календарного планирования с применением ЭВМ.
33. Программы по управлению проектами.
34. Что такое оптимизация? Что такое целевая функция и критерий оптимизации? Виды оптимизационных задач, применяемых в управлении строительством.
35. Основные эвристические алгоритмы календарного планирования.

(КАЛИБРОВКА, СГЛАЖИВАНИЕ,...).

36. Автоматизация определения потребности в ресурсах. Возобновляемые и невозобновляемые ресурсы.
37. Основные проблемы и перспективы автоматизации управления строительством.
38. Виды оптимизационных задач, применяемых в управлении строительством.
39. Концепция управления риском. Идентификация риска. Анализ риска. Реакция на риск.
40. Методы исследования операций.
41. Задача Морза-Кэмпбела. Применение теории массового обслуживания в строительстве.
42. Применение статистического моделирования Монте-Карло. Метод единичного жребия.
43. Математическая основа оптимизации.
44. Линейное программирование, применение в строительстве.
45. Транспортная задача, применение в строительстве.
46. Задача Коммивояжёра, применение в строительстве.
47. Динамическое программирование, применение в строительстве. 48. Теория вероятностей и мат. статистика, применение в строительстве.
49. Теория игр, применение в строительстве.
50. Имитационное моделирование, применение в строительстве.
51. Что такое неформализуемые задачи? Какими методами они решаются? Метод Дельфи. Характеристики экспертов. Метод экспертных оценок. Метод попарного сравнения? Что такое «мозговой штурм»?
52. Программы интеллектуальной поддержки принятия решения.
53. Методы прогнозирования. Метод скользящей средней. Метод Брауна.

54. Экспертные системы на основе баз знаний и методология их разработки.
55. Примеры применения экспертных систем в строительстве.
56. Теория нейронных сетей. Нейроматематика.
57. Прикладная нейроматематика. Нейрочипы и нейрокомпьютеры.
58. Квантовые компьютеры. Предпосылки. Основы.
59. MRP и MRP II - системы.
60. ERP - системы.
61. BIM - технологии в управлении строительством.
62. Сущность формализации и постановки задач.  
Построение алгоритмов.
63. Технологии разработки программного обеспечения.
64. CASE-технологии.
65. Стандарты этапов и процессов жизненного цикла ПС.
66. Жизненный цикл программных средств. Каскадная, инкрементная и спиральная модель.
67. Обследование объектов информатизации. Определение целей создания ПС.
68. Анализ и разработка требований к ПС. Разработка внешних спецификаций. Прогнозирование технико-экономических показателей проектов ПС.
69. Методы управления проектированием ПС.
70. Проектирование пользовательского интерфейса.
71. Документирование программных средств
72. Техническое задание (ТЗ) для разработки нового программного обеспечения. Основа ТЗ. Содержание и оформление технического задания. Гости на ТЗ.

73. Руководство пользователя программного обеспечения.
74. Стили кодирования при разработки программных средств.
75. Тестирование и отладка программных средств.
76. Качество программных средств.
77. Сертификация программных средств.
78. Определение надежности ПС. Показатели надежности ПС.
79. Интеллектуальная собственность и авторское право на ПС.
80. Базы данных. СУБД. Основные понятия.
81. Реляционная модель. Нормализация данных.
82. Определение базы данных. Информационно-логическая модель данных предметной области. Нормативно-справочные данные. Данные оперативного учета.
83. Однопользовательские и многопользовательские БД. Концепция «файл-сервер». Концепция «клиент-сервер». Средства организации и ведения внутримашинной информационной базы.
84. Современные технологии, используемые в работе с данными (OLE, OLE Automation, RAD, ODBC, SQL, VBA...).
85. СУБД, Прикладные программы пользователя.  
Основные инструменты.
86. Проектирование баз данных.
87. Краткая характеристика программного обеспечения, используемого при создании СУБД. Принципы организации данных, лежащие в основе современных СУБД. Безопасность баз данных.
88. Проектирование баз данных. Режимы работы с базами данных.  
Разработка технического задания. Разработка структуры базы данных.
89. Access. Основные объекты и принципы работы.
90. Access как часть самого популярного пакета Microsoft Office.

Достоинства и недостатки.

91. Структура простейшей базы данных. Свойства полей базы данных. Типы данных. Объекты базы данных – таблицы, запросы, формы, отчеты, страницы доступа, макросы, модули.
92. Access. Таблицы. Создание межтабличных связей. Работа с запросами. Виды запросов.
93. Access. Работа с формами. Дизайн форм. Подчиненные формы.
94. Access. Работа с отчетами.
95. Access. Применение макросов и макрокоманд. Создание меню.
96. Access. Программирование на VBA.
97. Программы по управлению проектами.
98. Что такое оптимизация? Что такое целевая функция и критерий оптимизации? Виды оптимизационных задач.
99. Концепция управления риском. Идентификация риска. Анализ риска. Реакция на риск.
100. Методы прогнозирования. Метод скользящей средней. Метод Брауна.
101. Программы интеллектуальной поддержки принятия решения.
102. Формирование требований к автоматизированной ИС.
103. Сбор требований и подготовка технического задания на разработку проекта автоматизации.
104. Состав и характеристика технической документации проекта автоматизации.
105. Внедрение АСУ.
106. Основные понятия бизнес-процесса организации.
107. Основные характеристики бизнес-процесса организации.
108. Модели AS IS (Как Есть) и TO BE (Как Будет), используемые при проектировании АСУ.



109. Инструмент описания бизнес- процессов SIPOC.
110. Понятие реинжиниринга бизнес- процессов. Основные характеристики реинжиниринга бизнес- процессов.
111. Участники реинжиниринга бизнес- процессов. Роль информационных технологий в реинжиниринге бизнес-процессов
112. Основные нотации моделирования бизнес- процессов.
113. Диаграммы потоков работ и диаграммы потоков данных: Work Flow Diagram (WFD) и Data Flow Diagram (DFD).
114. Нотация моделирования IDF0.
115. Нотация моделирования BPMN.
116. Нотация моделирования IDF3.
117. Методология (нотация) DFD.
118. Стандарты и методологии в области проектирования и сопровождения АСУ: ГОСТ 34.601-90. Межгосударственный стандарт. «Автоматизированные системы. Стадии создания».
119. Стандарты и методологии в области проектирования и сопровождения АСУ: Методология PRINCE2 (PРоjects IN Controlled Environments 2) - «Проекты в контролируемой среде версия 2».
120. Стандарты и методологии в области проектирования и сопровождения АСУ: Методология Agile.
121. Стандарты и методологии в области проектирования и сопровождения АСУ: Методология Scrum.
122. Понятие информационной инфраструктуры предприятия. Внешняя ИТ- инфраструктура. Внутренняя ИТ- инфраструктура.
123. Лучшие практики и стандарты управление ИТ-инфраструктурой:

ITIL, Cobit.

124. Модель зрелости ИТ-инфраструктуры в соответствии с CobiT 5.
125. Большие данные (Big Data).
126. Классификация систем искусственного интеллекта.
127. Система управления знаниями.
128. Системы бизнес-аналитики (BI).
129. Понятие информационной безопасности. Угрозы информационной безопасности.
130. Применение виртуальных частных сетей (VPN).
131. Алгоритмы шифрования. Симметричное шифрование. Асимметричное шифрование.
132. Электронная цифровая подпись.

## Примерные задачи

### Задание 1.

Получить отчеты по механизмам, аналогичные по форме с материалами (Свод и М29). Естественно, предварительно сделав запросы. Колонки «Единица измерения» не предусмотрена, все расчеты в Машино-часах. Дополнительно сделать отчет о вхождении каждого механизма в работы.

М0..... Кран авт.....	Объем	Норма	Всего
1 E7-10-1 Укладка...	2.0000	10.0000	20.0000
7 E7-12-3 Монтаж...	2.1500	30.0000	61.5000
Итого Маш-часов по механизму			81.5000

Сверьте «Итого Маш-часов по механизму» с соответствующим значением в отчете «Свод по механизмам». Итак, всего 3 отчета.

**Задание 2.** Модернизировать отчет «РАСЧЕТ В ТЕКУЩИХ ЦЕНАХ». Проценты по всем налогам вводить в виде

дополнительной таблицы «Проценты», которая должна содержать название налога и значение процента (Например: Временные, Зимние, Возврат от врем., Сумма налога при упрощенной системе). Предусмотреть несколько стандартных наборов процентов, по разным типам объектов, выбор конкретного набора процентов производить при входе в отчет.

**Задание 3.** Сделать удобную форму для поиска по наименованию работ (таблица «База»). Предусмотреть возможность поиска по вхождению в название введенного выражения, поиск по 2 введенным фрагментам с условиями и/или.

Введите первый фрагмент текста	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
Введите второй фрагмент текста	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
<input style="width: 150px; height: 25px;" type="button" value="Поиск с условием «И»"/>	<input style="width: 150px; height: 25px;" type="button" value="Поиск с условием «ИЛИ»"/>

**Задание 4.**

Для формы «Форма С-2а АКТ» создать командную кнопку «Материалы» и «Механизмы», по нажатию которых на экран будут выдаваться соответственно перечень материалов или механизмов по данной строке. Предусмотреть возможность корректировки.

Расход материалов по расценке Е.....

Код	Наименование материала	Ед. изм.	Норма расхода	Цена	Стоимость
Итого					-----

При выходе по запросу должны быть пересчитаны значения полей «Материалы», «Транспорт» и «Всего» таблицы «База».

**Задание 5.**

Дать возможность вводить произвольную группу по каждому материалу, добавив поле «Код группы» в справочник «Материалы». Создать таблицу перечень групп материалов (поля Код группы и Наименование), например:

Кирпич, Бетон, Краска.... Выдать существующий сводный отчет по материалам с группировками и промежуточными итогами по каждой группе материалов. Кроме того, выдать отчет только с итоговыми строками по каждой группе материалов, выдать общий итог. Общий итог по сметной стоимости для двух этих отчетов должен совпасть.

### Задание 6.

Для формы по ведению НСИ выдать подчиненную форму нормы расхода материалов в следующем виде: Расход материалов по расценке Е.....

Код	Наименование материала	Ед. изм.	Норма расхода	Цена	Стоимость
-----	------------------------	----------	---------------	------	-----------

Итого

-----

Поле «Код» преобразовать в поле со списком, связав его с таблицей «Материалы» поля Код и Наименование. Убедитесь, что «Итого» совпадает со стоимостью материальных ресурсов по этой расценке. Сделать возможным добавление и/или удаление строк, корректировать нормы. При выходе по запросу должны быть пересчитаны значения полей «Материалы», «Транспорт» и «Всего» таблицы «База».

### Задание 7.

Дать возможность отнести каждую сметную строку к исполнителям работ (своим бригадам или субподрядным организациям) в форме «Форма С-2а АКТ». Создать таблицу «Исполнители» (поля Код и Наименование). Выдать отчет «Ведомость объемов работ» с итогами по каждой статье затрат по каждому исполнителю. Отчет «Форма С-2а АКТ» должен выдаваться с группировкой по каждому исполнителю, с расчетом и выдачей общих итогов.

### Задание 8.

Дать возможность делать расчеты для разных периодов времени. Для этого в таблице «Стоимости человеко-часа» предусмотреть поля Год, Месяц и ввести в нее контрольный пример (не менее 3 строк). Год и

Месяц, естественно должен быть и в таблице «Акт». Форма «Форма С2а АКТ» должна вводить информацию за разные периоды, поэтому при входе необходимо запросить «Введите год и месяц». Дать возможность видеть на экране, за какие периоды есть информация. Для отчета «Форма С-2а АКТ»

предусмотреть как отчет за выбранный период, так и сводный отчет за все периоды.

#### **Задание 9.**

Дать возможность делать расчеты для разных объектов. Для этого создать новую таблицу «Объекты» и ввести в нее контрольный пример (не менее 3 объектов, с возможностью добавления и корректировки). Код объекта, естественно должен быть и в таблице «Акт» и конечно в запросе. Форма «Форма С-2а АКТ» должна вводить информацию для разных объектов, поэтому при входе необходимо запросить «Выберите объект». Отчет «Форма С-2а АКТ» тоже должен выбирать объект и выдавать отчет только для выбранного объекта. Лучше и удобнее сделать форму по объектам с командными кнопками «выдать форму» и

«выдать отчет».

#### **Задание 10.**

Составить простейший календарный план. Ввести с клавиатуры (или в таблице) численный состав бригады. Длительность по каждой работе рассчитать через трудозатраты (трудозатраты / кол-во рабочих, без сменности). Ввести дату начала работ. Построить простейший график. Для отличной работы задать технологические зависимости между работами, для стандартного задания можно построить график, считая, что следующая работа выполняется после 100% выполнения предыдущей. Выдать график в виде отчета. Постараться отразить линейный график не только в текстовом виде (начало и окончание работы, длительность), но и в графическом виде. Учтите, что длительности работ могут быть нецелыми (в днях) и могут выполняться меньше суток, найдите приемлемый способ отражения.

### **РАЗДЕЛ 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

**Белорусский национальный технический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Г. Баханович

\_\_\_\_\_

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»**

Минск 2021г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 02 01-2013

**СОСТАВИТЕЛЬ(И):**

И.И. Богомолов, доцент кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

С.Н. Ковшар доцент кафедры «Строительные материалы и технология строительства» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Стрелюхин, доцент кафедры «Геотехника и строительная механика» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью» Белорусского национального технического университета

(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О. С. Голубова

Методической комиссией Строительного факультета Белорусского национального технического университета (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.)

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_ С.Н. Ковшар

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № \_\_\_\_ секции №1 от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Автоматизированные системы управления» разработана для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

Целью изучения учебной дисциплины является подготовка специалистов в области автоматизированных систем управления, владеющих теоретическими основами создания и практической реализацией автоматизированных систем управления для решения задач строительного производства и способных эффективно и квалифицированно принимать решения в вышеуказанных вопросах в современных условиях и выполнять руководящие функции в сложном многогранном процессе строительного производства.

Основными задачами преподавания учебной дисциплины являются: овладение системой базовых знаний, необходимых для квалифицированной постановки автоматизируемых задач подготовки и управления строительством; понимание функций пользователя, возможностей и перспектив использования современных информационных технологий в управлении строительством; изучение сущности системно-кибернетического подхода к автоматизации управления производством; основных этапов развития технических и программных средств, применяемых для управления производством; основ моделирования и основных экономико-математических методов, применяемых для решения формализуемых задач; методов решения неформализуемых задач управления строительством; методов подготовки обоснования и принятия организационно-технологических и управленческих решений; программного обеспечения и перспектив его применения в управлении инвестиционно-строительным циклом.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как: «Организация и управление в строительстве», «Технология строительного производства», «Экономика строительства», «Планирование строительного производства», «Информатика». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для подготовки к сдаче государственного экзамена и дипломному проектированию.

В результате изучения учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления» студент должен:

**знать:**

- сущность системно-кибернетического подхода к автоматизации управления производством;
- основные этапы развития технических и программных средств, применяемых для управления производством;



- основы моделирования и основные экономико-математические методы, применяемые для решения формализуемых задач;
- методы решения неформализуемых задач управления строительством;
- методы подготовки обоснования и принятия организационно-технологических и управленческих решений, методы автоматизации этих решений;
- программное обеспечение и перспективы его применения в управлении инвестиционно-строительным циклом;
- управление в системах, типы регулирования, модели и моделирование систем;
- структуру нормативно-справочной и оперативной информации в строительстве;
- программные средства для организации и ведения информационной базы в строительстве;
- принципы организации данных, лежащие в основе современных систем управления базами данных (СУБД).

**уметь:**

- принимать и использовать оптимальные модели и экономико-математические методы для решения формализуемых задач;
- выбирать и применять методы решения неформализуемых задач управления строительством;
- использовать методы автоматизации в процессе выработки организационно-технологических и управленческих решений;
- разрабатывать автоматизированные системы управления на различных уровнях управления строительным производством;
- применять программное обеспечение для управления инвестиционно-строительным циклом;
- использовать СУБД ACCESS для автоматизации основных задач подготовки строительного производства и учета выполненных работ.

**владеть:**

- методикой разработки автоматизированных систем управления;
- экономико-математическими методами и методами автоматизации для решения задач управления строительным производством и выработки организационно-технологических и управленческих решений;
- методикой работы с программным обеспечением для управления инвестиционно-строительным циклом;
- современными технологиями, используемыми в работе с данными.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

#### **Требования к академическим компетенциям специалиста**

Специалист должен:

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом в строительстве.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем в промышленном и гражданском строительстве.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

#### **Требования к профессиональным компетенциям специалиста**

Специалист должен быть способен:

#### **Организационно-управленческая деятельность:**

ПК-2. Взаимодействовать со специалистами смежных со строительством профилей.

ПК-5. Пользоваться оперативными и глобальными информационными ресурсами.

#### **Проектная и научно-исследовательская деятельность:**

ПК-11. Разрабатывать проекты организации строительства, проекты производства работ и технологические карты на отдельные виды работ.

ПК-12. Выполнять расчеты и конструирование строительных конструкций с использованием методов автоматизированного проектирования.

#### **Производственно-технологическая деятельность:**

ПК-18. Организовывать и осуществлять производственную деятельность по возведению зданий и сооружений в соответствии с проектной документацией и действующими нормативными документами.

ПК-19. Ставить задачи и обоснованно выбирать методы оптимизации производственных процессов при возведении зданий и сооружений.

ПК-20. Анализировать оперативную информацию о процессах производства работ на объекте и вырабатывать решения по их оптимизации.

#### **Инновационная деятельность:**

ПК-24. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития строительной отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-25. Определять цели инноваций и способы их достижения в области строительства.

ПК-26. Работать с научной, технической, юридической литературой в области промышленного и гражданского строительства.

Согласно учебным планам на изучение учебной дисциплины отведено:

- для очной формы получения высшего образования всего 70 ч., из них аудиторных - 33 часов;

- для заочной формы получения высшего образования всего 70 ч., из них аудиторных - 16 часа.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено ниже.

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
4	8	22	11	-	зачет

Таблица 2.

Заочная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
4	8	8	8	-	зачет

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел I. Исторический экскурс в развитие автоматизации управления

#### Тема 1.1. Развитие технических средств

От машины Паскаля до ЭВМ ЭНИАК. Архитектура фон Неймана. Поколения больших ЭВМ. Персональные ЭВМ. Основы устройства ЭВМ. Процессор и периферийные устройства. Бит, байт. Двоичный код. Системные программные средства.

#### Тема 1.2. История развития управления

Диаграмма Генри Ганта как метод наглядного упорядочения работ при организации производства (инструмент для управления проектом). Циклограмма как временная диаграмма программы производственного процесса. СРМ и ПЕРТ как разновидности систем сетевого планирования и управления, основанных на использовании понятия критического пути.

### **Тема 1.3. Информационные технологии в управлении строительством**

Первый и второй информационные барьеры. Основные этапы автоматизации управления строительством - от ИВЦ, пакетного режима и рутинных задач к интерактивному моделированию. Принципы автоматизации по Глушкову В.М.

## **Раздел II. Системы и системный подход**

### **Тема 2.1. Системы**

Определение системы. Общая теория систем Людвиг фон Берталанфи. Типы и характеристика систем. Основные характеристики систем - цель, структура, функции, элементы, связи. Синергетические связи, Эффект эмерджентности.

### **Тема 2.2. Системный подход**

Подсистемы. Системный подход. Системный анализ. Декомпозиция. Построение дерева целей и ресурсов. Сложность систем. Цикл управления. Синтез систем управления.

### **Тема 2.3. Структура системы управления строительной организацией**

Строительное производство – большая, сложная, динамическая, вероятностная система. Управляющая и управляемая подсистемы. Основные функции. Структурные и функциональные подсистемы. Обеспечивающие подсистемы - информационная, математическая, техническая, юридическая, психологическая, организационно-административная.

### **Тема 2.4. Управление в больших системах, типы регулирования**

Принцип обратной связи. Замкнутый контур управления. Прямая и Обратная связь. Управление в больших системах. Регулятор. Типы

регулирования. Свойство гомеостазиса. Гомеостатическое регулирование в производственной системе. Задающий блок (ЗБ), Управляющая система, Объект управления Система управления.

### **Раздел III. Автоматизированные системы управления (АСУ)**

#### **Тема 3.1. Этапы развития АСУ**

Возникновение и развитие информационных технологий.

Информатизация общества. Информационный кризис. Информационные барьеры. Информационные революции. Проблемы создания и использования новых информационных технологий в строительстве. Развитие автоматизации управления строительством.

#### **Тема 3.2. Классификация АСУ**

Автоматизированные системы управления. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Автоматизация управления производственным процессом. Автоматизированные системы управления предприятием. Автоматизация подготовки строительного производства. Автоматизированные системы в строительстве. Автоматизированные системы управления строительством.

#### **Тема 3.3. Методология создания АСУ в строительстве**

Принципы построения АСУ по Глушкову В.М. Структура системы управления в строительстве. Подсистемы и элементы системы, связи между ними. Функции управления. Принятие управленческих решений. Основные этапы. Сущность формализации и постановки задач. Построение алгоритмов. Слабоструктурированные задачи. Методы их решения.

### **Раздел IV. Базы данных.**

#### **Тема 4/1. Основные понятия**

Определение базы данных. Информационно-логическая модель данных предметной области. Нормативно-справочные данные. Данные оперативного учета. Однопользовательские и многопользовательские БД. Концепция «файл-

сервер». Концепция «клиент-сервер». Средства организации и ведения внутримашинной информационной базы.

#### **Тема 4.2. Современные технологии, используемые в работе с данными.**

Программные средства организации и ведения ИБ. Системы управления базами данных — СУБД. Специальные программные средства ввода и контроля. Сервисные средства обработки данных. Прикладные программы пользователя. Современные технологии, используемые в работе с данными (OLE, OLE Automation, RAD, ODBC, SQL, VBA).

#### **Тема 4.3. Проектирование баз данных.**

Краткая характеристика программного обеспечения, используемого при создании СУБД. Принципы организации данных, лежащие в основе современных СУБД. Безопасность баз данных. Проектирование баз данных. Режимы работы с базами данных. Разработка технического задания. Разработка структуры базы данных.

#### **Тема 4.4. Основные объекты и принципы работы.**

Access как часть самого популярного пакета Microsoft Office. Достоинства и недостатки. Структура простейшей базы данных. Свойства полей базы данных. Типы данных. Объекты базы данных – таблицы, запросы, формы, отчеты, страницы доступа, макросы, модули.

#### **Тема 4.5. Способы и методы создания информационной среды автоматизированных систем по управлению строительством.**

Таблицы. Создание межтабличных связей. Базовая информационная модель АСУ в строительстве. Работа с запросами. Виды запросов.

Работа с формами. Дизайн форм. Подчиненные формы. Акт выполненных работ. Формы по ведению НСИ.

Работа с отчетами. Создание основных отчетов для планирования и учета в строительстве. Акт выполненных работ. Расчет текущей стоимости. Отчет С29. Сводная ведомость расхода материалов. Применение макросов и макрокоманд.  
Создание меню.

### **Раздел V. Обеспечивающие подсистемы АСУ**

#### **Тема 5.1. Информационное обеспечение АСУ**

Новая информационная технология. Программное обеспечение. Классификация программного обеспечения. Основные принципы разработки современного программного обеспечения. Системное программное обеспечение. Операционные системы. Инструментарий технологии программирования. Системы программирования. Программы, предназначенные для разработки ПО. Интегрированная среда разработки. CASE-технологии. Структурный и объектно-ориентированный подход к проектированию ПО. Прикладное программное обеспечение. ППП общего назначения. Редакторы текстовые (текстовые процессоры) и графические. Электронные таблицы. Системы управления базами данных (СУБД). Оболочки экспертных систем и систем искусственного интеллекта. Интегрированные пакеты. MS Office.

## **Тема 5.2. Техническое (аппаратное) обеспечение АСУ**

Краткий исторический обзор развития вычислительной техники. Аппаратное обеспечение компьютера. Архитектура компьютера. Магистрально-модульный принцип. Машина Тьюринга. Принципы Джона фон Неймана. Представление информации в ЭВМ. Классификация технических средств обработки информации. Принципы построения компьютера. Микропроцессор. IBM – Intel – Microsoft. AMD. Основные части ПК. Связь с внешними периферийными

устройствами. Порты. Центральный процессор. Оперативная память. BIOS. Кэш-память. Хранение данных. Периферия. Компьютерная сеть.

## **Тема 5.3. Математическое обеспечение АСУ.**

### **5.3.1. Модели и моделирование систем.**

Определения и виды. Классификация моделей. Требования к моделированию. Выбор моделей и методов. Порядок разработки и основные этапы моделирования. Оценка эффективности модели. Роль человека в процессе выбора результатов моделирования. Классификация моделей производства. Экономико-математические методы в организации и управлении строительством. Математическая основа оптимизации. Целевая функция, критерии, ограничения. Многокритериальные задачи. Согласование критериев. Виды оптимизационных задач в управлении строительством.

### **Тема 5.3.2. Модели и методы, применяемые в автоматизированных системах управления строительством**

Оптимальное линейное программирование. Транспортная задача. Задача Коммивояжера. Нелинейное программирование. Динамическое программирование.

Статистическое моделирование. Методы корреляционно-регрессионного анализа при выработке управленческих решений. Многофакторный анализ. Метод наименьших квадратов. Линейная, степенная, логарифмическая и др. зависимости. Генеральная и выборочная совокупности. Оценка уравнений регрессии. Методы прогнозирования. Метод скользящей средней, метод Брауна. Метод Монте-Карло. Применение теории массового обслуживания в управлении строительством. Методы управления запасами. Применение теории игр в управлении строительством. Имитационные модели.

Эвристические методы. Методы экспертных оценок. Методы Дельфи, попарного сравнения, ранжирования, мозговой штурм. Оценка результатов экспертизы. Концепция управления риском. Идентификация риска. Анализ риска. Реакция на риск.

## **Раздел VI. Организационно-технологические модели**

### **Тема 6.1. Календарное планирование**

Задачи подготовки строительного производства, решаемые с применением ЭВМ. Интеграция систем автоматизированного проектирования и управления. Организационно-технологические модели. СРМ/PERT. Сети предшествования. Графики. Концепция «Вершина – Событие» и «Вершина – Работа». Основные эвристические алгоритмы календарного планирования. (КАЛИБРОВКА, СГЛАЖИВАНИЕ). Взаимоувязка сводного календарного и объектных календарных планов с помощью ЭВМ.

### **Тема 6.2. Системы календарного планирования с применением систем управления проектами**

Spider, Ex-Time, Time Line, Open Plan, Primavera, SuperProject, ProjectExpert, Rillsoft Project, MS –Project и т.п.

## **Раздел VII. Основы сквозной автоматизации управления инвестиционно-строительным циклом**



### **Тема 7.1. Системы автоматизации проектных работ**

САПР в области архитектуры и строительства - Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite, ArchiCAD, 3DHOME, ArCON и т.п.

### **Тема 7.2. Системы автоматизированного выпуска смет**

ABC, SXW - сметная программа Синкевича, ПО "СМР-Про", SMASH, Smeta Татарникова, "Мисофт:Смета" на платформе "1С:Предприятие 8.1", Smeta.Cloud, BelSmeta и т.п.

### **Тема 7.3. Программные средства, применяемые в обосновании инвестиций**

PROJECT EXPERT, "ИНВЕСТОР", "Альт - Инвест 3.0", "COMFAR".

## **Раздел VIII. Системы обоснования и поддержки принятия решения**

### **Тема 8.1. Экспертные системы на основе баз знаний**

Понятие экспертных систем. Состав и структура экспертных систем. Методология разработки. Методы формирования базы знаний. Способы построения баз знаний. Средства разработки экспертных систем. Обзор экспертных систем в строительстве. Перспективы развития экспертных систем в строительстве.

### **Тема 8.2. Нейросети**

Теория нейронных сетей. Нейроматематика. Прикладная нейроматематика. Нейрочипы и нейрокомпьютеры. Оценка производительности. Перспективы развития.

## **Раздел IX. Применение BIM технологий при проектировании и управлении в строительстве**

### **9.1. BIM история появления и основные определения и понятия**

Предпосылки для появления принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании. Информационную насыщенность процесса проектирования. Концепция информационного моделирования здания, краткая история терминологии и использования. Основные определения.

### **9.2. Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model).**

Требования к модели и область применения. Использование BIM на всех стадиях жизненного цикла здания – проектирования, строительства, эксплуатации, сноса и утилизации. Основная информация, проходящая через BIM. Практическая польза от BIM. Этапы создания информационной модели здания. Понятия 3D плюс время», 4D, 5D.

### **9.3. Практическое применение BIM технологий в строительстве.**

Формы получения информации из модели. BIM и обмен информацией. Взаимодействие с CAD системами. Существующие форматы данных. Содержание и способы работы по информационному моделированию зданий. Краткий обзор программных средств AUTODESK REVIT; ARCHICAD; Tekla Structures; Tekla BIMsight; MagiCAD; AutoCAD Civil 3D; Allplan; GRAPHISOFT, BIM – сервер; Renga Architecture. NavisWorks, Ecotect, Inventor, Civil 3D, Digital Project, Allplan и др. Примеры успешного использования BIM. Опыт внедрения в странах СНГ и в Республике Беларусь.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**очная форма получения высшего образования**

Таблица 3

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	2						9	
	<b>8 семестр</b>							
.	Исторический экскурс в развитие автоматизации управления						Рефераты. Самостоятельная работа	
.1	Развитие технических средств							
.2	История развития управления							
.3	Информационные технологии в управлении строительством							
.	Системы и системный подход						Рефераты. Самостоятельная работа	
.1	Системы							

.2	Системный подход							
.3	Структура системы управления строительной организацией							
.4	Управление в больших системах, типы регулирования							
.	Автоматизированные системы управления (АСУ)							Рефераты. Самостоятельная работа
.1	Классификация АСУ							
.2	Этапы развития АСУ							
.3	Методология создания АСУ							
.1	Базы данных Основные понятия							Самостоятельная работа Визуальные лабораторные работы, индивидуальные задания.
.2	Современные технологии, используемые в работе с данными							
.3	Проектирование баз данных							
.4	Основные объекты и принципы работы							

.5	Способы и методы создания информационной среды автоматизированных систем по управлению строительством		1						
	Обеспечивающие подсистемы АСУ								
.1	Информационное обеспечение АСУ		1						Рефераты. Самостоятельная работа
.2	Техническое (аппаратное) обеспечение АСУ		1						
.3	Математическое обеспечение АСУ.		1						
.3.1	Модели и моделирование систем.								
.3.2	Модели и методы, применяемые в автоматизированных системах управления строительством								
	Организационно-технологические модели		1						Рефераты. Самостоятельная работа Визуальные лабораторные работы
.1	Календарное планирование								
.2	Системы календарного планирования с применением систем управления проектами								
	Основы сквозной автоматизации управления инвестиционно-строительным циклом		1						
.1	Системы автоматизации проектных работ								
.2	Системы автоматизированного выпуска смет								

.3	Программные средства, применяемые в обосновании инвестиций							
	Системы обоснования и поддержки принятия решения							
.1	Экспертные системы на основе баз знаний							
.2	Нейросети							
.	Применение BIM технологий при проектировании и управлении в строительстве							Рефераты. Самостоятельная работа
.1	BIM история появления и основные определения и понятия							
.2	Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model)							
.3	Практическое применение BIM технологий в строительстве.							
	Итого за семестр	2	1					зачет
	Всего аудиторных часов	33						

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**заочная форма получения высшего образования**

Таблица 4

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	2						9	
	<b>9 семестр</b>							
.	Исторический экскурс в развитие автоматизации управления						Рефераты. Самостоятельная работа	
.1	Развитие технических средств							
.2	История развития управления							
.3	Информационные технологии в управлении строительством							
.	Системы и системный подход						Рефераты. Самостоятельная работа	
.1	Системы							

.2	Системный подход							
.3	Структура системы управления строительной организацией							
.4	Управление в больших системах, типы регулирования							
.	Автоматизированные системы управления (АСУ)							Рефераты. Самостоятельная работа
.1	Классификация АСУ							
.2	Этапы развития АСУ							
.3	Методология создания АСУ							
.1	Базы данных Основные понятия							Самостоятельная работа Визуальные лабораторные работы, индивидуальные задания.
.2	Современные технологии, используемые в работе с данными							
.3	Проектирование баз данных							
.4	Основные объекты и принципы работы							



.5	Способы и методы создания информационной среды автоматизированных систем по управлению строительством							
	Обеспечивающие подсистемы АСУ							
.1	Информационное обеспечение АСУ							
.2	Техническое (аппаратное) обеспечение АСУ							
.3	Математическое обеспечение АСУ.							
.3.1	Модели и моделирование систем.							
.3.2	Модели и методы, применяемые в автоматизированных системах управления строительством							
.	Организационно-технологические модели							Рефераты. Самостоятельная работа Визуальные лабораторные работы
.1	Календарное планирование							
.2	Системы календарного планирования с применением систем управления проектами							
	Основы сквозной автоматизации управления инвестиционно-строительным циклом							
.1	Системы автоматизации проектных работ							
.2	Системы автоматизированного выпуска смет							

.3	Программные средства, применяемые в обосновании инвестиций							
	Системы обоснования и поддержки принятия решения							
.1	Экспертные системы на основе баз знаний							
.2	Нейросети							
.	Применение BIM технологий при проектировании и управлении в строительстве							Рефераты. Самостоятельная работа
.1	BIM история появления и основные определения и понятия							
.2	Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model)							
.3	Практическое применение BIM технологий в строительстве.							
	Итого за семестр							зачет
	Всего аудиторных часов					16		

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Список литературы

#### Основная литература

1. Антамошин, А.Н. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / А.Н. Антамошин, О.В. Близнова, А.В. Бобов, Большак . - М.: РиС, 2016. - 160 с.
2. Афанасьев, В.Н. Динамические системы управления с неполной информацией: Алгоритмическое конструирование / В.Н. Афанасьев. - М.: Ленанд, 2018. - 216 с.
3. Богомолов, Ю.М. Информационные технологии в организации и управлении строительством: учеб. пособие / Ю.М. Богомолов. – Минск: БППА, 2002. – 161 с.
4. Богомолов, Ю.М. Информационные технологии в организации строительства / Ю.М. Богомолов. – Минск: ИРФ "Обозрение", 1997. – 174 с.
5. Бортаковский, А.С. Нелинейные системы управления: описание, анализ и синтез / А.С. Бортаковский, А.В. Пантелеев, Е.А. Руденко. - М.: Вузовская книга, 2008. - 312 с.
6. Буреш, О.В. Интеллектуальные информационные системы управления социально-экономическими объектами / О.В. Буреш, М.А. Жук. - М.: Красанд, 2010. - 192 с.
7. Варжапетян, А.Г. Системы управления: исследование и компьютерное проектирование / А.Г. Варжапетян. - М.: Вузовская книга, 2012. - 328 с.
8. Варжапетян, А.Г. Системы управления: Исследование и компьютерное проектирование: Учебное пособие / А.Г. Варжапетян, В.В. Глущенко. - М.: Вуз. книга, 2012. - 328 с.
9. Гринченко Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access / Гринченко, Н.Н. и. - М.: Горячая Линия Телеком, 2018. - 240 с.
10. Евменов, В.П. Интеллектуальные системы управления: превосходство искусственного интеллекта над естественным интеллектом? / В.П. Евменов. - М.: КД Либроком, 2017. - 304 с.

11. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы: Интернет-технологии. Математическое моделирование. Системы управления. Компьютерная графика / С.В. Емельянов. - М.: Ленанд, 2012. - 96 с.
12. Емельянов, С.В. Труды ИСА РАН: Системы управления и моделирование. Динамические системы. Управление рисками и безопасностью. Методы и модели в экономике. Прикладные а / С.В. Емельянов. - М.: Красанд, 2014. - 124 с.
13. Информационные системы и технологии управления: Учебник / Под ред. Г.А. Титоренко. - М.: Юнити, 2013. - 591 с.
14. Колесников, А.А. Синергетические методы управления сложными системами: Энергетические системы / А.А. Колесников, Г.Е. Веселов, А.Н. Попов и др. - М.: КД Либроком, 2019. - 248 с.
15. Методические указания к лабораторным работам «РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В БАЗИСНЫХ И ТЕКУЩИХ ЦЕНАХ С ПОМОЩЬЮ СУБД ACCESS», Богомолов И.И., Граблевская И.Г., БНТУ -2017г., электронная версия.
16. Новые возможности Navisworks 2020. URL: <https://www.autodesk.ru/products/navisworks/features> (дата обращения: 15.02.2020).
17. Пантелеев, А.В. Оптимальные нелинейные системы управления: синтез при неполной информации / А.В. Пантелеев. - М.: Вузовская книга, 2008. - 192 с.
18. Перепелица, В.А. Системы с иерархической структурой управления: разработка экономико-математических и инструментальных методов / В.А. Перепелица. - М.: ФиС, 2009. - 270 с.
19. Попов, Р.А. Современные системы управления деятельностью: Учебник / Р.А. Попов. - М.: Инфра-М, 2017. - 384 с.
20. Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access. Учебное пособие. - М.: Горячая линия - Телеком, 2019. - 240 с.
21. Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления / Б.И. Решмин. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 74 с.
22. Рудикова, Л.В. Базы данных. Разработка приложений / Л.В. Рудикова. - М.: БХВ-Петербург, 2015. - 901 с.

23. Рыжко, А.Л. Информационные системы управления производственной компанией: Учебник для академического бакалавриата / А.Л. Рыжко, А.И. Рыбников, Н.А. Рыжко. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 354 с.
24. Самоучитель Microsoft Access 2013 / Ю. Б. Бекаревич, Н. В. Пушкина. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 464 с.: ил. — (Самоучитель)
25. Сулейманова, Д.Ю. Информационные системы управления инновационными процессами / Д.Ю. Сулейманова. - М.: Русайнс, 2018. - 224 с.
26. Труды ИСА РАН: Системы управления и моделирование. Динамические системы. Управление рисками и безопасностью. Методы и модели в экономике. Прикладные аспекты информатики / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Красанд, 2014. - 124 с.
27. Фомин, Э.В. Общий системный подход и социально-экономические системы (от управления к самоорганизации): Общий системный подход / Э.В. Фомин, Ю.А. Фомина. - М.: Ленанд, 2014. - 160 с.
28. Фомин, Э.В. Общий системный подход и социально-экономические системы (от управления к самоорганизации): ЖКХ и местное самоуправление / Э.В. Фомин, Ю.А. Фомина. - М.: Ленанд, 2014. - 168 с.

### **Дополнительная литература**

1. Абчук, В.А. Экономико-математические методы: Элементарная математика и логика. Методы исследования операций / В.А. Абчук. - СПб.: СОЮЗ, 1999г. — 320 с.
2. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве / С.А. Синенко [и др.]; под общ. ред. С.А. Синенко. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 240 с.
3. Автоматизация решения задач подготовки строительного производства и оперативного управления / Б.Н. Небритов [и др.]; под общ. ред. Б.Н. Небритова. - М.: Стройиздат, 1993. – 415 с.
4. Автоматизированные системы управления строительством: учеб. пособие / И.Г. Галкин [и др.]; под общ. ред. И.Г. Галкина. – М.: Высшая школа, 1982. – 288 с.
5. Ага, М.С. Оптимальное планирование в автоматизированных системах управления строительством / М.С. Ага, Л.М. Каплан. – Л.: Стройиздат, 1976. – 152с.

6. Антанавичюс, К.А. Современная технология управления строительным производством / К.А. Антанавичюс, Ю.П. Бивайнис. - М.: Стройиздат, 1990. – 225 с.
7. Бажин, И.И. Информационные системы менеджмента / И.И. Бажин. - М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 688 с.
8. Герман, О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний: учеб. пособие для спец. "Автоматизированные системы информации и управления" вузов / О.В. Герман. - Минск: Дизайн ПРО, 1995. - 255 с.
9. Глушков, В.М. Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков – М.: НАУКА, 1987. – 552 с.
10. Гусаков, А.А. Системотехника строительства / А.А. Гусаков. - М.: Стройиздат, 1994. – 278 с.
11. Дудорин, В.И. Моделирование в задачах управления производством / В.И. Дудорин. - М.: Статистика, 1980. – 232 с.
12. Звягинцева, О.Л. Постановка и решение строительных задач на ЭВМ / О.Л. Звягинцева. – М.: Высшая школа, 1990. – 207 с.
13. Карданская, Н.Л. Принятие управленческого решения: учебник для вузов / Н.Л. Карданская. - М.: ЮНИТИ, 1999. – 407 с.
14. Корнеев, И.И. Информационные технологии в управлении / И.И. Корнеев, В.А. Машурцев. - М.: Инфра-М, 2001. – 156 с.
15. Крупенченко, В.Р. Автоматизированные системы управления в строительстве: учебник для строительных техникумов по специальности 1710 "Планирование в строительстве" и 1728 "Бухгалтерский учет (в строительстве)" / В.Р. Крупенченко, Ю.Н. Бирин, С.Н. Петрова; под ред. В.Р. Крупенченко. - 2-е изд., перераб. и доп.. – М.: Стройиздат, 1985. - 185 с.
16. МикроЭВМ в управлении строительством / Ю.Н. Бирин [и др.]. - М.: Стройиздат, 1989. – 296 с.
17. Острейковский, В.А. Теория систем: учебник для вузов по специальности "Автоматизированные системы обработки информации и управления" / В.А. Острейковский. – М.: Высшая школа, 1997. - 240 с.
18. Полисюк, Г.Б. Экономико-математические методы в планировании строительства / Г.Б. Полисюк. - М.: Стройиздат, 1978. – 324 с.
19. Рыбальский, В.И. Автоматизированные системы управления строительством / В.И. Рыбальский. - К.: Віща школа, 1974. – 480 с.
20. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / А.А. Гусаков [и др.]; под общ. ред. А.А. Гусакова. - М.: Фонд "Новое тысячелетие", 1999. – 432 с.
21. Справочник проектировщика АСУ ТП / Г.Л. Смилянский [и др.]; под общ. ред. Г.Л. Смилянского. - М.: Машиностроение, 1983. - 527 с.
22. Статические и динамические экспертные системы: учебное пособие для вузов, по специальностям "Прикладная математика", "Автоматизированные

- системы обработки информации и управления" / Э.В. Попов [и др.]; под общ. ред. Э.В. Попова. – М.: Финансы и статистика, 1996. - 319 с.
23. Управление строительными инвестиционными проектами: учеб. пособие / В.М. Васильев [и др.]; под общ. ред. В.М. Васильева. - М., СПб., 1997. – 307 с.
  24. Широков, Б.М. Экономико-математические модели и методы оптимального планирования в строительстве / Б.М. Широков. - М.: Стройиздат, 1976. - 174 с.
  25. Экономическая информатика: учебник / В.П. Косарев [и др.]; под общ. ред. В.П. Косарева и Л.П. Еремина. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 592 с.
  26. Рерманн Ж. Оптимизированное моделирование BIM для поддержки автоматизированной инспекции строительства. /Ж.Рерманн. -2016. -60с.
  27. Талапов, В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий/ В.В.Талапов – М.:ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
  28. Bimpanzee.com [Electronic resource] - Mode of access: <http://www.bimpanzee.com/bim-3d-4d--5d--6d---7d.html>. - Date of access: 22.10.2017.
  29. Куприяновский, В.П. BIM – основы и преимущества применения технологии./ Куприяновский В.П., Тищенко П.А., Синягов С.А., Раевский М.А., Савельев С.И., Кононов В.В., Сачик А.И.//ArcReview.- 2015.- №2(73).
  30. Aleksandr Sett Kansulting CAD/BIM Consulting, Trainings and Services. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://askkansulting.blogspot.com/by/>  
Самоучитель Microsoft Access 2013 / Ю. Б. Бекаревич, Н. В. Пушкина. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 464 с.: ил. — (Самоучитель)
  31. Вентцель, Е.С. Введение в исследование операций / Е.С. Вентцель. - М.: Сов. Радио, 1994. – 156 с.
  32. Гордеев, А.В. Системное программное обеспечение: учебник для вузов по специальностям "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети", "Автоматизированные системы обработки информации и управления" направления подготовки дипломированных специалистов "Информатика и вычислительная техника" / А.В. Гордеев, А.Ю. Молчанов. - СПб.; М.; Мн.; Харьков, 2002. - 734 с.
  33. Дикман, Л.Г. Организация и планирование строительного производства: учебник для строит. вузов и фак. / Л.Г. Дикман. - М.: Высшая школа, 1988. - 559 с.
  34. Информатика для юристов и экономистов: учебник для вузов / С.В. Симонович [и др.]; под общ. ред. С.В. Симоновича. - СПб.: , 2001. – 664 с.
  35. Кузнецов, А.В. Руководство к решению задач по математическому программированию / А.В. Кузнецов, Н.И. Холод, Л.С. Костевич. - Минск: Вышэйшая школа, 2001. – 408 с.
  36. Менеджмент в строительстве: учеб. пособие / И.С. Степанов [и др.]; под общ. ред. И.С.Степанова. - М.: Юрайт, 1999. – 540 с.

37. Управление в строительстве: учебник для вузов / В.М. Васильев [и др.]; под общ. ред. В.М. Васильева. – М.: АСВ СПбГАСУ, 2001. – 352 с.
38. Экономическая информатика: учебник / П.В. Конюховский [и др.]; под общ. ред. П.В. Конюховского и Д.Н. Колесова. - СПб.: "ПИТЕР", 2000. – 555
39. Стройформ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.stroyform.ru/default.aspx>
40. Заренков В.А. Управление проектами. – Москва: Издательство АСВ, 2008. – 312с.
41. Иванов В., Изучение Microsoft Project 2010. – м.: изд МСТS, 2010 – 34с.
42. Просницкий А., Самоучитель по созданию проекта в Spider Project 2009. – Киев: изд. РМР, 2011. – 249с.
43. Иванов В., Изучение Microsoft Project 2010. – м.: изд МСТS, 2010 – 34с.
44. Куперштейн В.И., Microsoft Project в управлении проектами. . – СПб: изд. БХВ, 2012 – 416с.
45. Разу М.Л. Управление проектами: основы проектного управления – Москва: Издательство Кнобус, 2006. – 383с.
46. Спайдер Проджект [электронный ресурс] / Портал Спайдер Проджект. – Москва, 2014. – Режим доступа : <http://www.spiderproject.com/ru>.
47. MS Project и Turbo Planner для управления проектами [электронный ресурс] / Портал Microsoftproject.ru. – Москва, 2014. – Режим доступа : <http://www.microsoftproject.ru>.
48. Бекаревич Ю.Б., Пушкина Н.В. Самоучитель Microsoft Access 2009. – СПб.: БХВ – Петербург, 2009. – 720 с.
49. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 6-е издание. – К.; М.; СПб.: Издательский дом "Вильямс", 2008. – 848 с.

### **Средства диагностики результатов учебной деятельности**

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время лабораторных занятий;
- проведение текущих контрольных заданий по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача зачета по дисциплине.



## Перечень тем лабораторных работ

### **1. Построение структуры базы данных и ввод нормативно-справочной информации;**

Создание межтабличных связей. Работа с запросами. Создание запроса для акта выполненных работ и итогового запроса для формы СЗ;

Работа с формами. Создание формы для акта выполненных работ;

Выдача отчетов. Создание отчета «акт выполненных работ» и расчет стоимости выполненных строительных работ в базисных ценах;

Выдача отчета «Расчет стоимости выполненных строительных работ в текущих ценах».

### **2. Создание информационной среды автоматизированной системы по управлению строительством:**

Расчет потребности в ресурсах. Сводная ведомость ресурсов;

Подчиненные формы. Форма для ведения НСИ. Получение индивидуальных заданий. Оформление и сдача лабораторных работ;

### **3. Системы автоматизации проектных и строительных работ:**

САПР в области архитектуры и строительства - [Autodesk Architectural Desktop](#), [AutoCAD Revit Architecture Suite](#), [ArchiCAD](#), 3DHOME, ArCON и т.п.

Системы автоматизированного выпуска смет:

ABC, SXW - сметная программа Синкевича, ПО "СМР-Про", SMASH, Smeta Татарникова, "Мисофт-Смета" на платформе "1С:Предприятие 8.1", Smeta.Cloud, BelSmeta и т.п.

### **4. Системы календарного планирования с применением ЭВМ – системы управления проектами:**

MS–Project, Rillsoft Project, Open Plan, Primavera Planner, SuperProject, ProjectExpert и т.п;

- проектирование календарного плана строительства объекта посредством использования системы календарного планирования;

- слежение за ходом выполнения проекта, внесение изменений в проект и актуализация календарного плана.

## Тематика рефератов

1. Понятие проблемной ситуации и необходимость принятия управленческих решений.

2. Методологические основы принятия управленческих решений: системный подход, системный анализ, исследование операций.
3. Принципы автоматизации управления по В.М. Глушкову
4. Развитие автоматизации управления строительством.
5. Информационные технологии в строительстве.
6. Программные средства общего назначения (MS- Office).
7. Базы данных. Информационно-логическая модель данных предметной области управления строительством.
8. Нормативно-справочные данные. Данные оперативного учета. Концепция «файл-сервер». Концепция «клиент-сервер».
9. Проектирование баз данных. Режимы работы с базами данных. Разработка технического задания. Разработка структуры базы данных.
10. Access как часть самого популярного пакета Microsoft Office. Достоинства и недостатки. Объекты базы данных – таблицы, запросы, формы, отчеты, страницы доступа, макросы, модули.
11. Способы и методы создания информационной среды автоматизированных систем по управлению строительством.
12. Методы подготовки строительного производства с применением ЭВМ.
13. Компьютерные системы календарного планирования в строительстве.
14. Определение системы. Типы и характеристики систем. Подсистемы и элементы системы, связи между ними.
15. Строительная организация как система. Цель системы, целевая функция, критерии и ограничения.
16. Управление в системах. Принцип обратной связи.
17. Модели и моделирование систем. Типы моделей.
18. Основные этапы постановки и алгоритмизации задач в строительстве.
19. Виды оптимизационных задач.
20. Линейное программирование и его использование в строительстве.
21. Геометрическая интерпретация метода линейного программирования.
22. Теория массового обслуживания и ее применение в строительной отрасли.
23. Применение теории игр для решения управленческих проблем.
24. Метод статистического моделирования (метод Монте-Карло)
25. Стохастические модели. Примеры применения.
26. Методы прогнозирования. Метод скользящей средней. Метод Брауна.
27. Имитационное моделирование.
28. Метод экспертных оценок.
29. Экспертные системы на основе баз знаний. Методология разработки экспертных систем.
30. Примеры применения экспертных систем в строительстве.

## **Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов**

1. Определение системы. Типы и характеристики систем. Системный подход.
2. Структура системы управления. Подсистемы и элементы системы, связи между ними.
3. Системный анализ. Метод построения «дерева целей».
4. Управление в системах. Функции управления. Принцип обратной связи.
5. Принятие управленческих решений. Основные этапы.
6. Модели и моделирование систем. Типы моделей.
7. Основные принципы автоматизации систем управления (по В.М. Глушкову).
8. Основные этапы развития технических средств ЭВМ.
9. Развитие автоматизации управления строительством.
10. Информационное обеспечение АСУ
11. Техническое (аппаратное) обеспечение АСУ
12. Математическое обеспечение АСУ
13. Программные средства организации и ведения ИБ. Специальные программные средства ввода и контроля. Сервисные средства обработки данных.
14. Системы управления базами данных — СУБД. Прикладные программы пользователя.
15. Access как часть самого популярного пакета Microsoft Office. Достоинства и недостатки. Структура простейшей базы данных. Свойства полей базы данных. Типы данных.
16. Объекты базы данных – таблицы, запросы, формы, отчеты, страницы доступа, макросы, модули.
17. Сущность формализации и постановки задач. Построение алгоритмов.
18. Слабоструктурированные задачи. Методы их решения.
19. Основные системы автоматизации проектных работ.
20. Системы автоматизированного выпуска смет.
21. Основные программные средства, применяемые в обосновании инвестиций.
22. Задачи подготовки строительного производства, решаемые с применением ЭВМ.
23. Интеграция систем автоматизированного проектирования и управления.
24. Системы календарного планирования с применением ЭВМ.
25. Основные эвристические алгоритмы календарного планирования. (КАЛИБРОВКА, СГЛАЖИВАНИЕ).
26. Взаимоувязка сводного календарного и объектных календарных планов с помощью ЭВМ.
27. Автоматизация определения потребности в ресурсах. Возобновляемые и невозобновляемые ресурсы.
28. Автоматизация учетных задач.

29. Основные проблемы и перспективы автоматизации управления строительством.
30. Виды оптимизационных задач, применяемых в управлении строительством.
31. Применение теории массового обслуживания в строительстве. Задача Морза-Кэмпбела.
32. Применение статистического моделирования Монте Карло. Метод единичного жребия,
33. Имитационное моделирование.
34. Экспертные системы на основе баз знаний и методология их разработки.
35. Примеры применения экспертных систем в строительстве.
36. Теория нейронных сетей. Нейроматематика.
37. Прикладная нейроматематика. Нейрочипы и нейрокомпьютеры.

### **Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов**

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение.

### **Методы (технологии) обучения**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты, мозговой штурм и другие формы и методы), реализуемые на лабораторных занятиях и конференциях;
- проектные технологии, используемые при проектировании конкретного объекта, реализуемые при выполнении лабораторной работы.

Учебно-методическое обеспечение должно быть ориентировано на разработку и внедрение в учебный процесс инновационных образовательных систем и технологий (вариативных моделей управляемой самостоятельной

работы студентов, учебно-методических комплексов, модульных и рейтинговых систем обучения, тестовых и других систем оценивания уровня компетенций студентов и т.п.).

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Гвоздева, В.А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: учебник / В. А. Гвоздева. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. - 542 с.
2. Гринченко Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access / Гринченко, Н.Н. и. - М.: Горячая Линия Телеком, 2018. - 240 с.
3. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы: Интернет-технологии. Математическое моделирование. Системы управления. Компьютерная графика / С.В. Емельянов. - М.: Ленанд, 2012. - 96 с.
4. Информатика. Базовый курс: учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / под ред. С.В. Симоновича. - 3-е изд. - СПб: Питер, 2018. - 637 с.
5. Кудинов, Ю. И. Основы современной информатики: учебное пособие / Ю.И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко. - 5-е изд., стер. - СанктПетербург: Лань, 2021. -256 с.
6. Самоучитель Microsoft Access 2013 / Ю. Б. Бекаревич, Н. В. Пушкина. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 464 с.: ил. — (Самоучитель)
7. Техническое и программное обеспечение информационных технологий: учеб. пособие / М.Н. Садовская [и др.] под общей ред. М.Н. Садовской. - Минск: БГЭУ, 2017. - 271 с.

8. Фомин, Э.В. Общий системный подход и социально-экономические системы (от управления к самоорганизации): Общий системный подход / Э.В. Фомин, Ю.А. Фомина. - М.: Ленанд, 2014. - 160 с.
9. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 2 февраля 2021 г., № 66 // [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/C22100066\\_1612472400.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/C22100066_1612472400.pdf). - Дата доступа: 25.09.2022
10. Концепция информационной безопасности Республики Беларусь: Постановление Совета Безопасности Республики Беларусь, 18.03.2019, № 1 // [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/P219s0001\\_1553029200.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/P219s0001_1553029200.pdf). - Дата доступа: 25.09.2022

### Дополнительная литература

11. Абчук, В.А. Экономико-математические методы: Элементарная математика и логика. Методы исследования операций / В.А. Абчук. - СПб.: СОЮЗ, 1999г. – 320 с.
12. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве / С.А. Синенко [и др.]; под общ. ред. С.А. Синенко. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 240 с.
13. Афанасьев, В.Н. Динамические системы управления с неполной информацией: Алгоритмическое конструирование / В.Н. Афанасьев. - М.: Ленанд, 2018. - 216 с. Колесников, А.А. Синергетические методы управления сложными системами: Энергетические системы / А.А. Колесников, Г.Е. Веселов, А.Н. Попов и др. - М.: КД Либроком, 2019. - 248 с.

14. Бажин, И.И. Информационные системы менеджмента / И.И. Бажин.  
- М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 688 с.
15. Богомолов И.И. Некоторые аспекты использования реляционных СУБД в управление строительством в учебном процессе. = Материалы II Международной научно-практической конференции в рамках 19-й Международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» 01-03 декабря 2021 г. с. 32-40.
16. Богомолов, Ю.М. Информационные технологии в организации и управлении строительством: учеб. пособие / Ю.М. Богомолов. – Минск: БППА, 2002. – 161 с.
17. Богомолов, Ю.М. Информационные технологии в организации строительства / Ю.М. Богомолов. – Минск: ИРФ "Обозрение", 1997. – 174 с.
18. Буреш, О.В. Интеллектуальные информационные системы управления социально-экономическими объектами / О.В. Буреш, М.А. Жук. - М.: Красанд, 2010. - 192 с.
19. Варжапетян, А.Г. Системы управления: Исследование и компьютерное проектирование: Учебное пособие / А.Г. Варжапетян, В.В. Глущенко. - М.: Вуз. книга, 2012. - 328 с.
20. Вентцель, Е.С. Введение в исследование операций / Е.С. Вентцель. - М.: Сов. Радио, 1994. – 156 с.
21. Глушков, В.М. Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков – М.: НАУКА, 1987. – 552 с.
22. Гусаков, А.А. Системотехника строительства / А.А. Гусаков. - М.: Стройиздат, 1994. – 278 с.
23. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 6-е издание. – К.; М.; СПб.: Издательский дом "Вильямс", 2008. – 848 с.

24. Заренков В.А. Управление проектами. – Москва: Издательство АСВ, 2008. – 312с.
25. Информационные системы и технологии управления: Учебник / Под ред. Г.А. Титоренко. - М.: Юнити, 2013. - 591 с.
26. Корнеев, И.И. Информационные технологии в управлении / И.И. Корнеев, В.А. Машурцев. - М.: Инфра-М, 2001. – 156 с.
27. Куприяновский, В.П. BIM – основы и преимущества применения технологии./ Куприяновский В.П., Тищенко П.А., Синягов С.А., Раевский М.А., Савельев С.И., Кононов В.В., Сачик А.И.//ArcReview.- 2015.- №2(73).
28. Новые возможности Navisworks 2020. URL: <https://www.autodesk.ru/products/navisworks/features> (дата обращения: 15.02.2020).
29. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер [и др.]. - 6-е изд. - СПб: Питер, 2020. - 1008 с.
30. Острейковский, В.А. Теория систем: учебник для вузов по специальности "Автоматизированные системы обработки информации и управления" / В.А. Острейковский. – М.: Высшая школа, 1997. - 240 с.
31. Попов, Р.А. Современные системы управления деятельностью: Учебник / Р.А. Попов. - М.: Инфра-М, 2017. - 384 с.
32. Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access. Учебное пособие. - М.: Горячая линия - Телеком, 2019. - 240 с.



33. Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления / Б.И. Решмин. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 74 с.
34. Рудикова, Л.В. Базы данных. Разработка приложений / Л.В. Рудикова. - М.: БХВ-Петербург, 2015. - 901 с.
35. Рыбальский, В.И. Автоматизированные системы управления строительством / В.И. Рыбальский. - К.: Віща школа, 1974. – 480 с.
36. Рыжко, А.Л. Информационные системы управления производственной компанией: Учебник для академического бакалавриата / А.Л. Рыжко, А.И. Рыбников, Н.А. Рыжко. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 354 с.
37. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / А.А. Гусаков [и др.]; под общ. ред. А.А. Гусакова. - М.: Фонд “Новое тысячелетие”, 1999. – 432 с.
38. Статические и динамические экспертные системы: учебное пособие для вузов, по специальностям "Прикладная математика", "Автоматизированные системы обработки информации и управления" / Э.В. Попов [и др.]; под общ. ред. Э.В. Попова. – М.: Финансы и статистика, 1996. - 319 с.
39. Управление в строительстве: учебник для вузов / В.М. Васильев [и др.]; под общ. ред. В.М. Васильева. – М.: АСВ СПб ГАСУ, 2001. – 352 с.
40. Управление строительными инвестиционными проектами: учеб. пособие / В.М. Васильев [и др.]; под общ. ред. В.М. Васильева. - М., СПб. 1997. – 307 с.