

# **САПР**

**ПОДСИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

**Учебное пособие**

# КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по курсу «Подсистемы строительного производства САПР»

Лекция 1. Введение в курс «Подсистемы строительного производства САПР».

Лекция 2. Классификация подсистем САПР в строительстве. Задачи подсистем. Объект проектирования.

**ЧАСТЬ I АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ.**

**Раздел 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

Лекция 3. Проектирование производства строительных работ.

Лекция 4. Проектирование производства земляных работ.

Лекция 5. Формирование комплекса машин и механизмов для проведения земляных работ.

Лекция 6. Проектирование производства монтажных работ.

Лекция 8. Проектирование каменных работ.

Лекция 9. Проектирование бетонных и железобетонных работ.

Лекция 10. Календарное планирование работ.

Лекция 11. Техничко-экономические показатели организации строительства.

**Раздел 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ**

Лекция 12. Принципы проектирования строительных генеральных планов (СГП).

Лекция 13. Транспортные коммуникации.

Лекция 14. Временные здания и их комплексы на строительных площадках.

Лекция 15. Организация складского хозяйства.

Лекция 16. Обеспечение строительных площадок энергоресурсами.

Лекция 17. Электроснабжение.

Лекция 18. Снабжение водой, теплом, газами.

**ЧАСТЬ II АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬСТВА.**

Лекция 1. Структура материально-технической базы строительства.

**Раздел 1. СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЕ ЗВЕНО**

Лекция 2. Общестроительные строительные-монтажные организации

Лекция 3. Автоматизированная система управления строительством.

Лекция 4. Примеры постановки задач управления

Лекция 5. Подготовка строительного производства

Лекция 6. Организация контроля за качеством строительства. Сдача в эксплуатацию законченных зданий и сооружений.

**Раздел 2. ПРОМЫШЛЕННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ЗВЕНО**

Лекция 7. Структура промышленно-производственного звена.

Лекция 8. Задача о размещении предприятий.

Лекция 9. Проектирование предприятий строительной индустрии.

**Раздел 3. ИНФРАСТРУКТУРНОЕ ЗВЕНО**

Лекция 10. Складирование и хранение материалов.

Лекция 11. Прикрепление поставщиков к потребителям.

Лекция 12. Управление запасами.

Лекция 13. Управление запасами. Пример.

Лекция 14. Производственно-техническая комплектация.

Лекция 15. Проектирование парка строительных машин.

Лекция 16. Организация строительного транспорта.

Лекция 17. Обслуживание и ремонт машин, механизмов и оборудования. Лекция 18. Заключение.

## **Лекция 1. Введение в курс «Подсистемы строительного производства САПР».**

Настоящий курс лекций «Подсистемы строительного производства САПР» предназначен для студентов специальности «Системы автоматизированного проектирования» Московского государственного строительного университета. Поэтому этот курс ориентирован на изучение организации строительных технологий и разработку автоматизированных систем проектирования таких технологий.

Предмет курса – общая методика и методы проектирования организации и технологии строительства с широким использованием вычислительной техники.

Содержанием курса является общая методика проектирования строительного производства, как с применением средств автоматизированного проектирования, так и без них. Так как учебный план специальности не содержит изучение таких дисциплин, как «Организация строительства», «Технология строительства», «Строительные материалы», «Строительные машины», то данный курс содержит краткое содержание отдельных разделов перечисленных дисциплин.

Назначение или цель курса.

- рассмотрение проблем автоматизации при создании подсистем организации строительного производства;

- изучение эффективных автоматизированных методов разработки (проектирования) календарного планирования, определения потребности в материальных и технических средствах, разработки строительных генеральных планов и др.;

- приобретение необходимых навыков постановки задач организации строительства, их алгоритмизации и реализации на ЭВМ;

- изучение теоретических и практических основ автоматизации организации строительного производства, в том числе методов подготовки строительного производства, выполнения основных строительного-монтажных работ, организации работы строительных машин, механизмов, транспорта, материально-технического снабжения.

Студент, прослушавший курс "Подсистемы строительного производства САПР" должен:

- знать теорию организации подсистем проектирования организационно-технологической документации строительства, их состав методы формирования;

- уметь разрабатывать и эксплуатировать средства автоматизированного проектирования организации строительного производства;

- освоить методы, модели, алгоритмы проектирования задач.

Курс состоит из **двух частей**, изучаемых в течение двух семестров IV курса.

Часть первая **«Автоматизированное проектирование методов производства строительного-монтажных работ».**

Часть вторая **«Автоматизация решения задач материально-технической базы строительства».**

### **Основная литература**

1. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Учебник для строительных вузов и факультетов. 4-е изд. -М.: АСВ, 2003.
2. Организация строительного производства, под ред, Цая Т.Н. и Грабовского П.Г. -М.: Издательство АСВ, 1999.
3. Синенко С.А., Гинзбург В.М. и др. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве. Учебное пособие. -М.: АСВ, 2002.

### **Дополнительная литература**

1. Бастрыкин Н.И. Организация предприятий строительной индустрии. Учебное пособие. -М.: Стройиздат, 1981.
2. Вагнер Г. Основы исследования операций. т. 1,2,3. – М.: Издательство «Мир», 1973.
3. Гинзбург В.М., Волков А.А. Методические указания к выполнению курсовой работы "Автоматизированное проектирование методов производства строительного-монтажных работ" и курсового

проекта "Проектирование автоматизированных задач организации строительства". -М.: МГСУ, 2000.

4. Гинзбург В.М. Проектирование информационных систем в строительстве. Информационное обеспечение. Учебное издание – М.: Издательство АСВ, 2002.
5. Гусаков А.А. Системотехника строительства. -М.: Стройиздат, 1993.
6. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. Справочник строителя. –М.: Стройиздат, 1990.
7. Кузин Л.Т. Основы кибернетики. Учебное пособие. -М.: Энергия, 1973.
8. Организация и планирование строительного производства, под ред. А.К. Шрейбера. Учебник для вузов. -М.: Высшая школа, 1987.
9. Синенко С.А. Информационная технология проектирования организации строительного производства. -М.: НТО "Системотехника и информатика", 1992.
10. Шапаронов В.В. и др. Организация строительного производства, Справочник строителя. -М.: Стройиздат, 1988.

### **Основные понятия курса.**

**Строительство** – одна из важнейших индустриальных отраслей производств а, перед которой ставится задача создания новых, расширения и реконструкции действующих производственных фондов (производственных зданий и сооружений), а также создания основных непроизводственных фондов (жилых домов, школ, больниц, объектов коммунального и бытового хозяйства).

**Строительное производство** – взаимосвязанный комплекс строительных и монтажных работ и процессов, результатом которых являются готовые к эксплуатации здания и сооружения, или их части, готовые к монтажу технологического оборудования.

**Технология строительного производства** – система правил, регламентирующих последовательность и методы выполнения строительных операций с указанием вида и качества строительных материалов, номенклатуры машин, механизмов, оборудования и методов их использования, обеспечивающих заданное качество строительной продукции.

**Проектирование** – создание моделей, описаний, чертежей, технической документации, достаточных для изготовления или реализации проектируемого объекта в заданных условиях.

**Проект строительного объекта** – комплект технической документации, полностью характеризующей намеченное к строительству здание, сооружение, их комплекс. Состоит из чертежей, пояснительной записки и сметы.

**Проектирование строительного производства** – создание проектной документации, необходимой для возведения зданий и сооружений, определяющей технологию СМР, сроки их выполнения и порядок обеспечения материально-техническими и трудовыми ресурсами.

**Организационно-технологическая модель** – информационная модель, описывающая организационные, технические и технологические мероприятия, реализация которых обеспечивает достижение конечного результата строительства – ввода в действие объекта в установленные сроки при требуемом качестве.

**Автоматизированное проектирование строительного производства** – проектирование строительного производства с применением средств вычислительной техники с целью

- повышения качества и технико-экономического уровня строительного производства возводимых зданий и сооружений;
- повышения эффективности технологии строительства, уменьшения затрат на создание строительных объектов;
- сокращения сроков, трудоемкости проектирования и повышения качества проектной документации.

## **Лекция 2. Классификация подсистем САПР в строительстве. Задачи подсистем. Объект проектирования.**

### **1. Основные понятия**

**Система** – комплекс элементов, взаимодействующих с целью достижения заданного результата, цели функционирования системы.

**Подсистемы** – совокупность элементов системы, взаимосвязанных между собой и выполняющие относительно самостоятельную функцию, связанную с достижением цели системы.

**Система автоматизированного проектирования** – человеко-машинная организационно-технологическая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования и коллектива специалистов в составе подразделений проектной организации, осуществляющих разработку проектной документации. Включает все **виды обеспечения** компьютерных технологий: функциональное, математическое, информационное, лингвистическое, программное, техническое, организационное, методическое, правовое.

**Система автоматизированного проектирования в строительстве** – САПР, выполняющая автоматизированное проектирование объектов строительства.

В соответствии с принятым делением проекта строительного объекта на разделы обычно рассматривают четыре САПР в строительстве:

- 1) архитектурного проектирования;
- 2) конструкторского проектирования;
- 3) проектирования технических систем зданий;
- 4) проектирования строительного производства.

**Автоматизированное проектирование строительного производства** – проектирование организации и технологии строительного производства с применением средств вычислительной техники.

Заключительным уровнем классификации элементов автоматизированных систем являются задачи. **Задача** – проблемная ситуация стоящая перед пользователем, требующая нахождения решения путем формализации метода расчета при заданных исходных данных, ограничениях и критериях функционирования системы. Решением задачи проектирования могут быть искомый показатель, технологический документ или чертеж.

Так как поиск решения проблемной ситуации требует нахождения нескольких показателей или формирование нескольких взаимосвязанных документов, то задачи объединяются в **комплексы**. Связи задач внутри комплексов описываются логико-информационными моделями (ЛИМ).

## **2. Принято различать функциональную и обеспечивающие части САПР.**

**Функциональная часть состоит из комплекса экономико-математических методов, обеспечивающих решение задач** проектирования организационно-технологических задач строительства.

Функциональное назначение программы содержит перечень операций выполняемых программой в процессе решения задачи (контроль информации, расчет показателей, формирование документов и т.п.).

В ее описании приводится наименование пользователей программного изделия и периодичность решения ими задачи. Пользователями могут быть, например, сотрудники проектной организации, разрабатывающие организационно-технологическую документацию строительных процессов. В этом случае они постоянно должны пользоваться задачами, связанными с расчетом показателей и черчением соответствующих проектных документов.

Требования к функциональным характеристикам задачи содержит

- состав расчетов, входящих в решаемую задачу,
- сценарий решения задачи, описание диалога машины с пользователем, предлагаемую структуру меню,
- описание распределения функций между пользователем и техническими средствами при решении задачи,
- описание процедур использования выходной информации,
- рекомендации по связи задачи с другими автоматизируемыми расчетами,
- требования к системе помощи и подсказок пользователю,
- требования к надежности функционирования и сохранению информации и результатов решения.

Технико-экономическая постановка задачи должна содержать:

- описание цели решения данной задачи,

- указание места задачи в системе организации строительного процесса,
- ожидаемый эффект от автоматизации решения задачи,
- наименование документа, формируемого в результате решения задачи,
- наименование специалиста, использующего результат решения.

Целью решения задачи является проведение расчетов показателей, например, календарного плана, а ее назначением - автоматизация труда пользователей, проектировщиков и сотрудников соответствующих подразделений строительных организаций.

Технико-экономическая (организационно-техническая) сущность задачи и обоснование целесообразности ее решения формулируется исходя из анализа строительного процесса, для управления которым предназначена автоматизируемая задача.

Проектирование процесса автоматизации решения задачи требует выполнения следующих работ:

- подготовки технического задания на разработку автоматизированной задачи,
- написания и отладки программы автоматизированных расчетов и печати необходимой организационно-технологической документации,
- подготовки инструкции по эксплуатации задачи для пользователя.

**Обеспечивающая часть состоит из математического, информационного, лингвистического, технического, программного, организационного, методического и правового обеспечения.** Каждый вид обеспечения является разделом проектной и эксплуатационной документации при разработке подсистем и отдельных задач САПР.

**Математическое обеспечение** представляет собой совокупность методов и алгоритмов, позволяющих строить экономико-математические модели задач проектирования. В САПР используется широкий спектр различных математических методов.

Наибольшее место в математическом обеспечении нашли прямые методы решения задач прикладной математики – методы, основанные на сведении исходной задачи к решению систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Прямые методы используют чаще всего для нахождения точных или приближенных решений. Решаемые в конкретной прикладной задаче системы уравнений определяются теми физическими, теплотехническими, технико-экономическими и другими функциональными зависимостями, которые лежат в основе используемых в задаче математических моделей.

Проектирование математического обеспечения также предусматривает разработку машинного вычислительного алгоритма решения задачи.

**Информационное обеспечение** представляет собой совокупность средств и методов построения информационной базы и подразделяется на немашинное и внутримашинное.

Всю информацию можно разделить на **входную, выходную, условно-постоянную (постоянную) и промежуточную.**

Перечень используемых технологических показателей (входных, выходных и условно-постоянных) содержит полный перечень всех технологических, нормативных и других показателей, используемых в расчете. Таким образом, все показатели, содержащиеся в формулах алгоритма расчета, должны присутствовать в указанных наборах показателей.

К условно-постоянным показателям относятся данные, содержащиеся в нормативных справочниках, каталогах технических характеристик строительных машин и оборудования или должны использоваться в качестве переменных коэффициентов в формулах производимых расчетов. Эти показатели сохраняют свои значения, если производится ряд расчетов для одних и тех же условий или объектов строительства, или при использовании одних и тех же типов строительных машин. В то же время эти показатели меняют свои значения при изменении условий строительства или применяемого оборудования. Эти показатели могут сохранять свои значения достаточно долго и применяться в типовых расчетах. Однако, по мере обновления нормативной базы, или при появлении новой техники, или после списания старой условно-постоянная информация должна обновляться и продолжаться использоваться в автоматизированном расчете.

В число баз данных условно-постоянной информации, необходимых для проектирования документации организации строительного производства относятся следующие массивы данных:

Базы данных характеристик строительных работ,  
технических и экономических характеристик строительных машин,  
норм продолжительности выполнения строительных работ,  
норм расхода строительных материалов, изделий и конструкций, необходимых для выполнения строительных работ,  
состава и численности типовых строительных бригад, выполняющих строительные работы и многие другие, необходимые для проектирования календарных планов, расчетов потребности в энергетических ресурсах, складских и других временных сооружений строительных площадок.

### **3. Объект автоматизации САПР проектирования строительного производства.**

**Объект автоматизированного проектирования** – система проектной деятельности, выделенная из общего объема проектирования и имеющая единую цель в процессе разработки проектной документации.

Описание объекта проектирования содержится в Строительных нормах и правилах **СНиП 3.01.01.85 «Организация строительного производства»**.

**Организация строительного производства** должна обеспечивать целенаправленность всех организационных, технических и технологических решений на достижение конечного результата – ввода в действие объекта с необходимым качеством и в установленные сроки.

При организации строительного производства **должны обеспечиваться:**

- Согласованная работа всех участников строительства объекта.
- Комплексная поставка материальных ресурсов из расчета на здание, сооружение, узел, участок, секцию, этаж, ярус, помещение в сроки, предусматриваемые календарным планом.
- Возведение зданий, сооружений и их частей индустриальными методами.
- Выполнение строительных работ поточными методами с соблюдением технологической последовательности операций.
- Строгое соблюдение правил ТБ.
- Соблюдение требований по охране окружающей природной среды.

### **4. Установленная согласно СНиП документация по организации строительства и производству работ**

**Проект организации строительства (ПОС)** является составной частью Проекта строительного объекта, определяющей общую продолжительность строительства, промежуточные сроки выполнения строительных работ, распределения капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ (СМР), материально-технических и трудовых ресурсов.

ПОС обычно охватывает строительство комплекса строительных объектов (жилищный комплекс, завод), реже одного особо сложного строительного объекта. Этот проект определяет очередность возведения объектов комплекса.

**Проект производства работ (ППР)** определяет технологию, сроки выполнения и порядок, обеспечение ресурсами СМР и является основным руководящим документом строительной организации при организации производственных процессов по возведению зданий и сооружений.

ППР разрабатывается непосредственно строительной организацией (или по ее заказу специализированной фирмой) на каждый отдельный строительный объект и учитывает техническое оснащение, достигнутую производительность труда, особенности поставок материалов и конструкций конкретной фирмы-исполнителя.

#### **Исходные материалы для ПОС:**

- Технико-экономические обоснования строительства.
- Материалы инженерных изысканий (для территорий подверженных неблагоприятным природным явлениям).
- Плановые документы, устанавливающие сроки строительства.
- Согласованные решения по применению материалов, конструкций, средств механизации СМР.
- Сведения об условиях поставки и транспортирования СМ и конструкций.

- Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений.
- Сведения об условиях обеспечения кадрами строителей, транспортом.
- Данные о дислокации и мощности общестроительных и специализированных организаций и условиях их перебазирования.
- Данные о наличии производственной базы строительной индустрии.

#### **Исходные материалы для ППР:**

- Задание на разработку, выдаваемое заказчиком ППР.
- ПОС.
- Необходимая рабочая документация.
- Условия поставки материалов, конструкций, оборудования, использования строительных машин и транспортных средств, обеспечения рабочими кадрами.
- Материалы и результаты технического обследования действующих строительных предприятий.

### **5. Состав и содержание проектов организации строительства**

#### **Состав ПОС:**

А) Календарный план строительства, в котором определяются сроки и очередность строительства зданий и сооружений.

Б) Строительные генеральные планы (СГП) для подготовительного и основного периода строительства

На СГП указаны

- Расположение зданий и сооружений
- Места расположения временных зданий и сооружений
- Постоянные и временные железные и автомобильные дороги
- Пути для перемещения кранов большой грузоподъемности
- Инженерные сети с указанием мест подключения временных сетей к действующим сетям  
Электроэнергии  
Воды  
Тепла  
Пара
- Складские площадки
- Размещение строительных машин и механизированных установок
- Места расположения разбивочных осей зданий и сооружений.

В) Организационно-технологические схемы, определяющие оптимальную последовательность возведения зданий и технологическую последовательность работ.

Г) Ведомость объемов основных СМР, определенных проектно-сметной документацией.

Д) Ведомость потребности в строительных конструкциях, материалах, изделиях.

Е) График потребности в основных строительных машинах транспортных средствах.

Ж) График потребности в кадрах строителей по основным категориям.

З) Пояснительная записка.

**Организационно-технологическая схема (ОТС)** возведения основного здания и сооружения и выполнения работ определяет очередность строительства основных зданий и сооружений в составе предприятий, объектов подсобного и обслуживающего назначения, жилищного комплекса, энергетического и транспортного хозяйства, связи, водоснабжения, теплоснабжения и благоустройства территории.

ОТС отдельных зданий и сооружений определяет последовательность возведения их по частям (секциям, пролетам, этажам, участкам, цехам, ярусам, захваткам)

### **6. Состав и содержание проектов производства работ**

#### **Состав ППР:**

А) Календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график

Б) Строительный генеральный план



В) Графики поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования.

Г) Графики движения рабочих кадров и основных строительных машин.

Д) Технологические карты (схемы) на выполнение отдельных видов работ с использованием типовой документации.

Е) Решения по технике безопасности

Ж) Решения по прокладке временных сетей водо-, тепло-, электроснабжения и освещения (в т.ч. аварийного) площадки и рабочих мест с разработкой рабочих чертежей подводки сетей от источников питания.

З) Перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки, а также строповки грузов. И) Пояснительная записка

**Технологические карты (схемы)** строительных работ разрабатываются на основные виды работ с описанием их последовательности и методов производства, определением сроков, стоимости, трудозатрат, потребности в материалах, машинах, оснастке, приспособлениях, средствах защиты.

Они содержат

- Эскизы конструкций и узлов с указанием предельных отклонений в размерах и точности измерений.
- Перечень операций, подлежащих проверке производителем работ и мастером.
- Данные о сроках и способах контроля.

ТК разрабатываются с целью обеспечения строительства готовыми рациональными решениями по организации и технологии выполнения строительных, монтажных и специальных строительных работ.

ТК разрабатывается на строительные процессы, результатом которых являются законченные конструктивные элементы или части здания или сооружения.

В ТК приводятся:

- Указания по подготовке объекта;
- Эскизы конструктивных частей здания, схемы организации строительной площадки;
- Указания по хранению и запасу конструкций, изделий и материалов в рабочей зоне;
- Методы и последовательность производства работ;
- Профессиональный и численно-квалификационный состав бригад и звеньев;
- График выполнения работ и калькуляция трудовых затрат;
- Указания по привязке карт трудовых процессов, входящих в комплексный процесс, предусмотренный картой;
- Указания по осуществлению качества работ, включающие допуски;
- Решения по технике безопасности.

ТК состоит из следующих разделов:

- Область применения;
- Организация и технология строительного процесса;
- Техничко-экономические показатели;
- Материально-технические ресурсы.

**Карты трудового процесса** являются основным документом, регламентирующим организацию, методы и приемы труда рабочих. Они разрабатываются с целью широкого внедрения высокопроизводительных методов и рациональных форм организации труда. Отдельные карты сводятся в комплекты для комплексного строительного процесса.

Так, комплект карт на комплексный строительный процесс на **устройство монолитных железобетонных фундаментов под стены** состоит из отдельных карт на:

Армирование;

Монтаж щитовой опалубки;

Бетонирование фундамента;

Демонтаж опалубки.

Комплект карт на рабочий процесс по **оклейке стен моющимися обоями** состоит из карт на отдельные рабочие операции:

- Нанесение роликом линии верха обоев;
- Частичной подмазке, очистке и шлифовке поверхности стен;
- Сплошной шпатлевке и отгрунтовке оштукатуренной поверхности;
- Раскрою и обрезке кромок обоев;
- Оклейке стен обоями.

**Карта трудового процесса (КТП)** содержит следующие разделы:

- Область и эффективность применения карты;
- Подготовка и условия выполнения процесса;
- Исполнители, предметы и орудия труда;
- Технология процесса и организация труда.

### **7. Оперативно-диспетчерское управление**

Оперативно-диспетчерское управление строительством проектируется таким образом, чтобы наиболее полно использовать документацию ППР, где содержатся плановые сроки работ, их исполнители и графики движения трудовых коллективов. Строительных машин и поставки основных материалов и конструкций.

**Оперативно-диспетчерская служба осуществляет:**

- Сбор, передачу, обработку и анализ оперативной информации о ходе выполнения СМР, а также информации об отклонениях от ППР.
- Контроль за выполнением технологической последовательности работ в соответствии с графиками производства работ.
- Обеспечение взаимодействия организаций, принимающих участие в строительстве.
- Передача информации руководству строительной организации и в диспетчерский пункт вышестоящей организации по установленной форме и объему.
- Передача оперативных распоряжений руководства исполнителям и контроль за их исполнением.

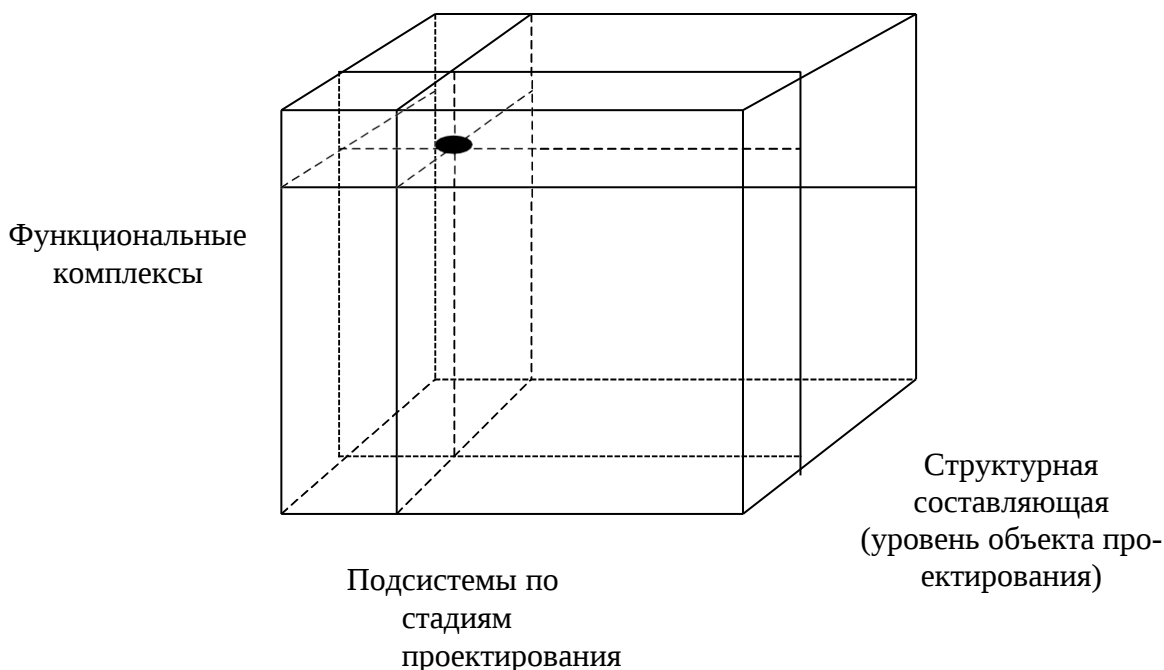
### **8. Подсистемы и методика определения задач**

Анализ изложения **СНиП 3.01.01.85 «Организация строительного производства»** позволяет выделить следующие функциональные подсистемы САПР строительного производства это автоматизированная разработка следующих комплектов документации:

- Проект организации строительства (ПОС);
- Проект производства работ (ППР);
- Организационно-технологические схемы (ОТС);
- Технологические карты и схемы на выполнение работ (ТК);
- Карты трудовых процессов (КТП);
- Графики контроля за выполнением работ.

Существует методика определения задач, входящих в подсистемы САПР. Предлагается построить трехмерную модель, координатными осями которой будут:

- 1) перечень подсистем моделируемой системы;
- 2) стадии создания проектной и эксплуатационной документации;
- 3) уровни детализации объекта проектирования.



Для САПР строительного производства стадиями проектирования являются разработка функциональных комплексов

- Календарное планирования;
- Стройгенплан и система производства работ;
- Материально-техническое снабжение и комплектация;
- Механизация и транспортное обслуживание.

Уровень детализации объекта строительства определяется в соответствии с принятой многоуровневой системой классификации строительных работ, имеющей 7 уровней в зависимости от степени технологической завершенности строительного процесса.

Комплекс процессов выполняемых на строительной площадке принято называть строительной работой. Однако это понятие на практике имеет широкое значение, требующее постоянное уточнение.

#### **КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ (РАБОТ)**

Уровень	Наименование объекта проектирования	Степень технологической завершенности строительного процесса	Тип Технологической Документации	Тип исполнителя	Пример
0	Элементарная работа	Операция	Карта технологического процесса	Рабочий, звено	Строповка, подъем детали, установка
1	Единичная работа	Процесс	Технологическая карта	Бригада	Монтаж колонны
2	Детальная работа	Работа	ППР (строка, позиция)	Комплексная бригада	Монтаж колонн
3	Укрупненная работа	Замкнутый технологический цикл	ПОС	Строительный участок (СУ)	Монтаж строит. конструкций

4	Комплекс работ	Сооружение	Документа- ция на со- оружение	СУ, строи- тельно- монтажное	Сооружение
---	----------------	------------	--------------------------------------	------------------------------------	------------

				управление (СМУ)	
5	Объект	Объект	Объектная документация	Строительная фирма	Цех, склад, гараж
6	Комплекс объектов	Стройка	Сводная документация	Строительная фирма	Завод

Операция – совокупность элементарных приемов (технологический процесс состоит из суммы операций: строповка, подъем, установка конструкции).

Процесс – совокупность операций на единичном объеме конструктивных элементов (монтаж колонны).

Работа – комплекс процессов над одноименными технологическими элементами (монтаж колонн).

Замкнутый технологический цикл – совокупность работ, связанных организационными и технологическими зависимостями (монтаж строительных конструкций, отделочные работы).

Сооружение – комплекс технологических циклов, образующих этап строительства или готовую строительную продукцию (дом, котлован).

Объект – технологический комплекс стройки технологически связанных сооружений (цех, склад, гараж).

Стройка – комплекс объектов, имеющих самостоятельное потребительское значение (завод, жилой комплекс)

Задача автоматизированного проектирования определяется, как точка внутри моделируемой системы на пересечении соответствующих координат.

**Например,**

1. Подсистема Проектирования производства работ. Календарное планирование жилого дома. План выполнения монтажных работ (укрупненная строительная работа).

2. Подсистема Проектирования организации строительства. Формирования строительного генерального плана. Размещение складского хозяйства стройки.

## ЧАСТЬ I АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ.

### Раздел 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО- МОНТАЖНЫХ РАБОТ

#### Лекция 3. Проектирование производства строительных работ.

##### 1. Состав проекта

Проектирование производства строительных работ включает в себя

- составление перечня строительных, монтажных и специальных строительных работ на объекте;
- определение объема работ, подлежащих выполнению;
- выбор методов производства работ с определением типов и марок строительных машин, оборудования, инвентаря и приспособлений.

При проектировании производства строительных работ в качестве исходных данных используются:

- проектные решения зданий и сооружений (объемно-планировочные, конструктивные и технологические);
- организационно-технологические решения и схема возведения здания, сооружения по секциям, пролетам, этажам, ярусам, захваткам и участкам (технологические карты и схемы).

**2. Перечень работ** составляется в технологической последовательности с группировкой по видам и периодам работ. При группировке следует по возможности укрупнять работы, не детализируя их и не выделяя вспомогательные и транспортные работы. Таким образом, составляется перечень основных (ведущих) работ. В то же время укрупнение работ имеет предел в виде двух ограничений, связанных с требованиями, предъявляемыми к использованию данного перечни в процессе составления календарного плана работ. Нельзя объединять работы, выполняемые разными исполнителями (строительными организациями, участками, бригадами). Необходимо выделять работы таким образом, чтобы они завершались созданием открытия фронта работ для следующих исполнителей.

**3. Объем работ** определяют по рабочей документации и сметам. Выборка объемов из смет менее трудоемка, но, так как в сметах нет членения объемов по захваткам, приходится по отдельным работам пользоваться непосредственно рабочей документацией и спецификациями к ним, контролируя правильность расчетов по сметам. Объемы работ следует выражать в физических единицах, принятых в укрупненных комплексных нормах (УКН) или в Единых нормах и расценках (ЕНиР).

При расчете объемов работ составляется Ведомость объемов основных строительных, монтажных и специальных строительных работ

**Ведомость**  
объемов основных строительных, монтажных и специальных строительных работ

Наименование работ	Ед. изм.	Формула для подсчета объема	Колич. однотипных элементов работ	Объем работ		Примечание (сложность работы, масса, габариты элемента и пр.)
				на 1 элемент	на весь объект	
1	2	3	4	5	6	7

При возведении отдельных зданий и сооружений они различаются по признаку **однородности или неоднородности** проектно-строительных и технологических решений. Однородные объекты характеризуются многократным повторением конструктивных решений по частям зданий. К таким зданиям относятся одноэтажные промышленные здания и многоэтажные жилые здания в массовом жилищном строительстве. Неоднородные объекты отличаются неравномерным распределением строительных конструкций, отсутствием повторяющихся габаритных размеров и схем по частям зданий. К таким объектам относятся здания смешенного типа, в которых в едином строительном объеме применяются одноэтажные и многоэтажные секции и пролеты с разнотипными конструкциями значительных габаритных размеров.

Границами элементов являются оси капитальных стен, перегородок, температурных швов и архитектурных элементов. Для элементов работ разной сложности необходимы исполнители разной квалификации и применяются разные нормативы продолжительности их выполнения.

**4. Выбор методов производства работ** с определением типов и марок строительных машин, оборудования, инвентаря и приспособлений должен обеспечить максимально достижимый уро-

вень механизации строительно-монтажных работ на объекте. Механизация работ обеспечивает повышение производительности труда и сокращение ручного труда за счет применения наиболее эффективных строительных машин, оборудования и средств малой механизации. Виды и характеристики ведущих машин принимаются исходя из конструктивных и объемно-планировочных решений возводимых зданий и сооружений, объемов работ, а также имеющегося парка машин и принятого режима их работы на стройке.

В случае возможности применения нескольких вариантов моделей строительных машин одинакового назначения проводится сравнение технико-экономической эффективности их использования по критерию **приведенных затрат**. Цель сравнения выбор варианта с минимальными приведенными затратами ( $\Pi \rightarrow \min$ ).

Рассмотрим алгоритм расчета приведенных затраты для выполнения работы каждой из машин (или комплекта машин), выбранных для сравнения.

$$\Pi = C_{сб} + A,$$

$\Pi$  – приведенные затраты на выполнение строительно-монтажной работы,

$C_{сб}$  – себестоимость выполнения работы,

$A$  – амортизационные отчисления,

Приведенные затраты – расчетная стоимость строительной продукции, определенная, как сумма себестоимости объема продукции и амортизационных отчислений (то есть затрат на необходимые возмещения износа основных фондов строительных предприятий, переносимые на стоимость изготовления продукции).

Себестоимость работ – сумма прямых затрат и накладных расходов на выполнение строительных и монтажных работ. Прямые затраты включают

- стоимость материалов, строительных конструкций, деталей, электроэнергии, тепла и воды, используемых для выполнения работы;
- затраты на оплату труда производственных рабочих;
- расходы на содержание и эксплуатацию строительных машин и механизмов.

Так как первая составляющая себестоимости не должна меняться при изменении используемой для строительных работ машины, то эта величина может быть исключена из расчета приведенных затрат.

$$C_{сб} = \mathcal{E} + \mathcal{Z},$$

$\mathcal{E}$  – затраты на обслуживание строительных машин,

$\mathcal{Z}$  – затраты на заработную плату.

$A$  – амортизационные отчисления равны

$$A = K_{уд} / T_{ср} = K_{уд} * E_n,$$

$K_{уд}$  – удельные капитальные вложения в выполнение работы,

$T_{ср}$  – расчетный срок службы основных фондов.

$$E_n = 1/T_{ср},$$

$E_n$  – коэффициент эффективности капитальных вложений ( $1/T_{ам} = 0.12$ ,  $T_{ам}$  – нормативная продолжительность амортизации строительной машины),

Величина удельных капиталовложений  $K_{уд}$  учитывает долю основных фондов пропорциональную продолжительности выполнения анализируемой работы

$$K_{уд} = C_{ип} * \mathcal{Q}_{мс} / T_n,$$

$C_{ип}$  – инвентаризационная стоимость машины, выполняющей работу, тыс. руб,

$\mathcal{Q}_{мс}$  – продолжительность работы (трудоемкость), маш.см.

$T_n$  – нормативное число рабочих смен строительной машины в год.

Если для выполнения работ необходим комплекс машин, работающих последовательно, то учитывается суммарная инвентарная стоимость всех используемых машин

$$K_{уд} = 1.07 \sum C_{ип}^j * \mathcal{Q}_{мс} / T_n$$

Расчет затрат на обслуживание строительных машин ( $\mathcal{E}$ ) и затраты на заработную плату ( $\mathcal{Z}$ ) выполняется по формулам

$$\mathcal{E} = 1.08 C_{м.см} * \mathcal{Q}_{мс},$$

$$\mathcal{Z} = 1.5 \sum \mathcal{Z}_i \mathcal{Q}_{мс} / 24,$$

$C_{м.см}$  – эксплуатационные расходы строительной машины, руб/смена,

$Z_i$  – месячная заработная плата  $i$ -ого строительного рабочего, члена бригады, обслуживающей строительную машину.

Для выполнения автоматизированных расчетов необходимо предварительно создать базу данных технико-экономических характеристик строительных машин ( $C_{up}$ ,  $C_{м.см}$ ). Так как значения стоимостных показателей базы данных могут со временем устаревать, то целесообразно пользоваться постоянно обновляемым  $I_{um}$  – инвестиционным индексом цен (25-30). Тогда

$$C_{м.см} = C_{м.см}^m * I_{um},$$

$$C_{up} = C_{up}^m * I_{um}.$$

$C_{м.см}^m$  – табличное значение по справочнику или базе данных эксплуатационных расходов строительной машины, руб/смена,

$C_{up}^m$  – табличное значение по справочнику или базе данных инвентаризационной стоимости  $j$ -ой машины, выполняющей работу, тыс. руб.

Ниже рассмотрены примеры принятия проектных решений.

## Лекция 4. Проектирование производства земляных работ.

### 1. Виды земляных работ

Грунт. Грунтами называют породы, залегающие в верхних слоях земной коры.

Переработка грунта включает следующие основные процессы:

Разработка грунта.

Перемещение.

Укладка и уплотнение.

Весь комплекс процессов носит название **земляных работ**. Виды земляных работ согласно Классификатору строительных работ:

- расчистка территории;
- снятие растительного слоя;
- водоотлив, снижение грунтовых вод;
- вертикальная планировка грунта;
- уплотнение грунта;
- отрывка котлованов, ям, траншей;
- буро-взрывные работы;
- обратная засыпка.

Земляные сооружения.

Образование выемок в грунте.

Возведения из него насыпей.

Вертикальная планировка площадки.

Котлованы (отношение длины к ширине не более 1:10).

Траншеи (соотношение более указанного выше).

### 2. Проектирование производства земляных работ.

Порядок проектирования:

- рассмотрение проекта возводимого здания или сооружения;
- анализ очертания, рельефа, уклона, строительной площадки, геологии грунтов;
- определение границ выемок и насыпей вертикальной планировки площадки;
- определение объемов земляных работ;
- определение объема котлована в зависимости от схемы фундамента;
- формирование баланса земляных масс и определение средней линии перемещения грунта (относительно **линии нулевых работ**);
- выбор методов выполнения работ;
- выбор комплекта машин.

### 3. Задача определения объема земляных работ.

Решение задачи в общем виде.



В общем виде объем может быть рассчитан, как

$$V = \int_0^l S(l)dl,$$

$V$  – объем, перемещаемого грунта;

$S$  – сечение земляного тела, как функция протяженности участка;

$l$  – протяженность участка.

Приблизительные методы расчета

Профилей.

Земляной массив, имеющий существенную протяженность  $L$ , режут перпендикулярными плоскостями и определяют среднее значение профиля (сечения) массива. В этом случае работа (объем массива выемки или насыпи) равна:

$$V = \frac{\sum S_i}{n} L.$$

Горизонталей.

Земляной массив режут горизонтальными плоскостями и определяют сумму объемов, простейших геометрических фигур, на которые делится массив. В этом случае работа (объем массива выемки или насыпи) равна:

$$V = \sum V_j.$$

Если элементарный объем имеет форму параллелепипеда, то он равен  $V = abH$ , где  $a$  и  $b$  – соответственно длина и ширина параллелепипеда, а  $H$  – высота фигуры.

Если элементарный объем имеет форму 4-хгранной усеченной пирамиды (obeliska, тумбы), у которой боковые стороны, то объем:

$$V = \frac{ab + (a+c)(b+d) + cd}{6} H, \text{ если ребра } a \text{ и } c \text{ неравны.}$$

Если ребра  $a$  и  $c$  равны,  $V = \frac{a(b+d)}{2} H.$

то Квадратов (треугольников).

В третьем случае земляной массив разбивается прямоугольной сеткой на равновеликие квадраты, имеющие сторону от 10 до 100 метров в зависимости от площади площадки. Объем перемещаемого грунта равен сумме объемов прямоугольных призм с квадратом в основании

$$V = \sum_{i,j} \frac{a^2 h_{nij}}{4}.$$

$i$  и  $j$  – число квадратов вдоль сторон площадки. Боковыми гранями призм являются рабочие отметки в углах пересечения образующих прямоугольной сетки.

**4. Расчет вертикальной планировки строительной площадки.** (Методика расчета приведена в Методических указаниях к расчетно-графической работе №1).

Расчет черных отметок во внешних углах площадки.

Расчет черных отметок во всех углах сетки квадратов.

Расчет средней планировочной отметки.

Расчет средней планировочной отметки с поправками на распределение вытесненного грунта (остаточное рыхление) и на распределение грунта котлована.

Определение уклонов для стока вод.

Определение красных планировочных отметок с учетом уклонов.

Определение рабочих отметок.

Определение линии нулевых работ.

Определение объемов грунта по объемам призм.

Определение объема откосов.

Баланс объемов грунта.

Проверка нулевого баланса и его невязки.

Баланс учитывает объемы выемки и насыпи вертикальной планировки строительной площадки, а также грунт выемки сооружения (котлована, траншей –  $V_c$ ), выемки и насыпи откосов. При излишках грунта он вывозятся в отвал, а при недостатке ввозится из отвала

$$V_v + V_{vo} - V_c - V_{из\ отвала} = \frac{V_n - V_{по}}{1 - K_{op}} - V_v \cdot \text{отвал}$$

$K_{op}$  – коэффициент остаточного рыхления характеризует остаточное увеличение объема грунта (по сравнению с природным состоянием) после его уплотнения.

### 5. Методы определения среднего направления перемещения грунта.

Расчет работы по перемещению грунта вдоль взаимно перпендикулярных осей плана площадки.

Средние направления и длина перемещения грунта.

Центр тяжести площади строительной площадки.

Картограммы распределения грунта.

Шахматный баланс распределения грунта.

Шахматный баланс распределения грунта из выемки в насыпь

Выемка		Насыпь (j)						Отвал	Итого насыпь
№ квадрата(i)	Объем грунта	1	2	4	5	8	11		
		$V_1$	$V_2$	$V_4$	$V_5$	$V_6$	$V_{11}$	$\pm V_o$	$V_n$
3	$V_3$								$\Sigma$
5	$V_5$								$\Sigma$
7	$V_7$								$\Sigma$
9	$V_9$			$V_{ij}$					$\Sigma$
10	$V_{10}$								$\Sigma$
12	$V_{12}$								$\Sigma$
13	$V_{13}$								$\Sigma$
14	$V_{14}$								$\Sigma$
Итого выемка	$V_B$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma\Sigma$

## Лекция 5. Формирование комплекса машин и механизмов для проведения земляных работ.

### 1. Механическая разработка грунта.

Землеройные и землеройно-транспортные машины.

Машины для копания и перемещения грунта в пределах рабочей зоны машины – экскаватор.

Одно и многоковшовые экскаваторы. Экскаваторы – прямая и обратная лопата.

Грейферы-элеваторы.

Рабочая зона землеройной машины.

Машины для копания и перемещения грунта на значительные расстояния – бульдозеры.

Скреперы.

### 2. Бульдозеры.

Способы разработки грунта.

Сплошным слоем.

Полосами.

Ступенчато-ярусным способом.

Схемы резанья.

Производительность бульдозера.

Объем грунта, перемещаемого бульдозером, призма волочения.

Технологический цикл бульдозера.

Трудоемкость землеройных работ для бульдозера.

$P_3$  – производительность бульдозера, м<sup>3</sup>/смена;

$g$  – объем призмы волочения грунта бульдозером, м<sup>3</sup>;

$B$  – длина отвала (ножа) бульдозера, м;

$H$  – высота отвала бульдозера (высота яруса резанья), м;

$\alpha$  – угол естественного откоса грунта, гр;

$\beta$  – угол резанья отвала бульдозера, гр;

$K_{п}$  – коэффициент потерь грунта при движении бульдозера;

$K_{ив}$  – коэффициент использования рабочего времени бульдозера;

$$P_3 = \frac{60 t_{см} g K_{п} K_{ив}}{t_{цб}},$$

$$g = \frac{BH^2}{2} (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta),$$

$$t_{цб} = T_{н} + T_{р} + T_{пн} + T_{пр},$$

$$T_{пн} = \frac{l_{пн}}{v_{пн}}, \quad T_{пр} = \frac{l_{пр}}{v_{пр}},$$
$$Ч_{мс} = \frac{V_B}{P_3}$$

$t_{цэ}$  – продолжительность технологического цикла бульдозера, мин;

$t_{см}$  – продолжительность смены, час;

$T_{н}$  – продолжительность набора грунта бульдозером, мин;

$T_{р}$  – продолжительность разгрузки грунта бульдозером, мин;

$T_{пн}$  – продолжительность перемещения бульдозера с грунтом к месту отвала, мин;

$T_{пр}$  – продолжительность порожнего хода бульдозера, мин;

$T_{п}$  – продолжительность перемещения экскаватора в карьере перед набором грунта, мин;

$l_{пн}$  – длина перемещения грунта к насыпи или отвалу, м;

$v_{пн}$  – скорость перемещения бульдозера с грунтом, м/мин;

$l_{пр}$  – длина перемещения порожнего хода бульдозера, м;

$v_{пр}$  – скорость порожнего перемещения бульдозера, м/мин;

$Ч_{мс}$  – трудоемкость бульдозерных работ, маш.смен;

$V_B$  – объем выемки грунта бульдозером, м<sup>3</sup>.

### 3. Экскаватор.

Рабочее место экскаватора – забой.

Экскаватор прямая лопата.

Экскаватор обратная лопата.

Членение выемки на захватки.

Производительность экскаватора.

Объем грунта, перемещаемого экскаватором, объем ковша.

Технологический цикл экскаватора.

Трудоемкость землеройных работ для экскаватора.

$$P_{\text{Э}} = \frac{60 t_{\text{СМ}} g K_{\text{ИК}} K_{\text{ИВ}}}{t_{\text{ЦЭ}}},$$

$$t_{\text{ЦЭ}} = T_{\text{Н}} + T_{\text{Р}} + T_{\text{МН}} + T_{\text{П}},$$

$$T_{\text{П}} = \frac{l_{\text{П}}}{v_{\text{П}}},$$

$$Ч_{\text{МС}} = \frac{V_{\text{В}}}{P_{\text{Э}}}.$$

$P_{\text{Э}}$  – производительность экскаватора, м<sup>3</sup>/смена;

$g$  – объем ковша экскаватора, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{ЦЭ}}$  – продолжительность технологического цикла экскаватора, мин;

$K_{\text{ИК}}$  – коэффициент использования емкости ковша экскаватора;

$K_{\text{ИВ}}$  – коэффициент использования рабочего времени экскаватора;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность смены, час;

$T_{\text{Н}}$  – продолжительность набора грунта экскаватором, мин;

$T_{\text{Р}}$  – продолжительность разгрузки ковша экскаватора, мин;

$T_{\text{МН}}$  – продолжительность маневра экскаватора перед набором грунта, мин;

$T_{\text{П}}$  – продолжительность перемещения экскаватора в карьере перед набором грунта, мин;

$l_{\text{П}}$  – длина подвижки экскаватора перед набором грунта, м;

$v_{\text{П}}$  – скорость подвижки экскаватора, м/мин;

$Ч_{\text{МС}}$  – трудоемкость экскаваторных работ, маш.смен;

$V_{\text{В}}$  – объем выемки грунта экскаватором, м<sup>3</sup>.

#### 4. Технологические схемы освобождения площадки от грунта.

Перемещение грунта в отвал (на вымет).

Вывоз грунта самосвалами.

Число самосвалов.

Технологический цикл

самосвала.

$$M_{\text{С}} = \frac{t_{\text{ЦС}}}{T^{\text{Г}} + T_{\text{МГ}}},$$

$$t_{\text{ЦС}} = T_{\text{МГ}} + T_{\text{Г}} + T_{\text{ПГ}} + T_{\text{МР}} + T_{\text{Р}} + T_{\text{ПР}} + T_{\text{З}},$$

$$T_{\text{ПГ}} = T_{\text{ПР}} + \frac{120L}{v},$$

$$T_{\text{Г}} = \frac{G_{\text{С}} t_{\text{ЦЭ}}}{g_{\text{КЭ}}}.$$

$M_{\text{С}}$  – необходимое число автосамосвалов, шт;

$t_{\text{ЦС}}$  – продолжительность технологического цикла работы самосвала, мин;

$T_{\text{Г}}$  – продолжительность погрузки самосвала, мин;

$T_{\text{МГ}}$  – продолжительность маневра самосвала при погрузке, мин;

$T_{\text{ПГ}}$  – время пробега загруженной машины от экскаватора до отвала, мин;

$T_{\text{МР}}$  – продолжительность маневра самосвала для разгрузки, мин;

$T_{\text{Р}}$  – продолжительность разгрузки самосвала, мин;

$T_{\text{ПР}}$  – продолжительность пробега самосвала порожняком, мин;

$T_{\text{З}}$  – время вероятной задержки самосвала в пути, мин;

$L$  – расстояние от строительной площадки до отвала, км;

$v$  – скорость движения самосвала, км/час;

$G_{\text{С}}$  – объем кузова самосвала, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{ЦЭ}}$  – продолжительность технологического цикла работы экскаватора, мин;

$g_{кэ}$  – объем ковша экскаватора, м<sup>3</sup>.

## Лекция 6. Проектирование производства монтажных работ.

### 1. Технология производства монтажных работ.

Монтаж строительных конструкций.

Вспомогательные и основные работы.

Транспортные работы.

Подготовительные работы.

Основные работы.

Строповка и подъем конструкции.

Установка и временное закрепление.

Выверка и заделка монтажных швов.

Два этапа монтажных работ

Монтаж подземных конструкций.

Монтаж надземных конструкций.

### 2. Строповка.

Строповочные приспособления.

Облегченные, универсальные,

траверсы.

Классификация строповочных приспособлений.

Нормальный ряд длин и сечений.

Ряды длин и сечений строп имеют значения предпочтительных чисел членов геометрических прогрессий.

Ряд R5 имеет знаменатель  $\sqrt[5]{10}$  1.6 и обеспечивает десятикратное увеличение каждого пятого члена ряда (1.00, 1.60, 2.50, 4.00, 6.30, 10.00, 16.0, 25.0, 40.0, ...).

Ряд R10 имеет знаменатель  $\sqrt[10]{10}$  1.25 и обеспечивает десятикратное увеличение каждого десятого члена ряда (1.00, 1.25, 1.60, 2.00, 2.50, 3.15, 4.00, 5.0, 6.30, 8.00, 10.00, 12.5, 16.0, 20.0, 25.0, 31.5, 40.0, ...).

Ряд R20 имеет знаменатель  $\sqrt[20]{10}$  1.12 и обеспечивает десятикратное увеличение каждого двадцатого члена ряда (1.00, 1.12, 1.25, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00, 2.24, 2.50, 2.80, 3.15, 3.55, 4.00, 4.50, 5.00, 5.60, 6.30, 7.10, 8.00, 9.00, 10.00, ...).

Расчет разрывного усилия в стропе.

$$R = \frac{P_b K_3}{q K_2} K_1$$
$$K_1 = 1 / \cos \alpha$$
$$K_2 = 1, \quad q = 4$$
$$K_2 = 0.75, \quad q = 4$$
$$K_3 = 6, \quad Q = 50m$$
$$K_3 = 8, \quad Q = 50m$$

R – разрывное усилие в стропе;

$P_b$  – усилие в ветви стропа;

Q – масса закрепленного элемента;

q – количество ветвей стропа;

$K_1$  – коэффициент учета угла наклона стропа;

$K_2$  – коэффициент неравномерности загрузки ветвей стропа;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$\alpha$  – угол наклона ветви стропа от вертикали ( $\alpha=30^\circ$ ,  $\cos\alpha=0.866$ ,  $1/\cos\alpha=1.15$ )

Две схемы строповок (для переноса на склад, для переноса к месту монтажа).

### **3. Методы монтажа.**

Поэлементный монтаж.

Дифференцированный метод (последовательная установка всех однотипных конструкций).

Комплексный метод (последовательный монтаж разнотипных конструкций в пределах ячейки здания).

Комбинированный метод.

Направление развития монтажа.

Продольный монтаж.

Поперечный монтаж.

Монтаж плоскими укрупненными элементами.

Монтаж пространственными блоками.

Монтаж объемных элементов строительно-технологических блоков.

## **Лекция 7. Выбор монтажных механизмов.**

### **1. Классификация монтажных кранов.**

Стационарные

Приставные.

Самоподъемные.

Стрелы.

Мачты.

Подъемники.

Самоходные.

Автомобильные.

Гусеничные.

Рельсовые.

Башенные.

Козловые.

Железнодорожные.

Портальные.

Одно и много моторные.

Гибкие и жесткие по типу подвязки стрелового оборудования.

Рабочие зоны крана.

### **2. Выбор башенного крана.**

Расчетные параметры.

Высота подъема крюка крана.

Требуемый вылет стрелы.

Грузоподъемность

крана. Устойчивость

крана.

Запас подъема по высоте.

Запас грузоподъемности.

Монтаж конструкций в котловане.

### **3. Выбор самоходного стрелового крана.**

Расчетные параметры.

Высота подъема конструкции стрелой крана.

Длина стрелы.

Вылет крюка крана.

Высота шасси (шарнира).

Угол наклона стрелы крана.



Запас расстояния от стрелы до монтируемой конструкции.

Запас расстояния от стрелы до монтируемого сооружения.

$$\begin{aligned}
 & H_M \quad h_0 \quad h_{\text{Э}} \quad h_3 \quad h_C, \\
 & L_{\text{БКР}} \quad a \quad b \quad c, 2 \\
 & G_{\text{КР}} \quad g_{\text{max}} \quad g_{\text{СТРОП}} \quad (H_{\text{СТР}} \quad h_{\text{Ш}}), \\
 & L_{\text{МКР}} \quad e \quad (f \quad d^1) \quad \frac{(H_{\text{СТР}} \quad h_{\text{Ш}})}{(h_{\text{П}} + h_C)}, \\
 & L_{\text{МКР}} \quad e \quad (k \quad d^2) \quad \frac{(H_{\text{СТР}} \quad h_{\text{Ш}})}{(h_{\text{П}} \quad h_C \quad h_3 \quad h_{\text{Э}})}, \\
 & d_K^2 \quad H_K \quad \text{ctg} \quad 1, \\
 & H_{\text{СТР}} \quad H_M \quad h_{\text{П}}.
 \end{aligned}$$

$H_M$  – монтажная высота крана (высота подъема крюка крана), м;

$h_0$  – высота строящегося объекта, м;

$h_{\text{Э}}$  – максимальная высота строительного элемента, м;

$h_3$  – высота строительного запаса, м;

$h_C$  – высота строповочного соединения, м;

$L_{\text{БКР}}$  – вылет крюка стрелы башенного крана, м;

$a$  – ширина кранового пути, м;

$b$  – расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены, монтируемого здания, м;

$c$  – ширина здания, м;

$G_{\text{КР}}$  – грузоподъемность монтажного крана, т;

$g_{\text{max}}$  – максимальная масса монтируемых элементов здания, т;

$g_{\text{СТРОП}}$  – максимальная масса строповочных устройств, т;

$L_{\text{МКР}}$  – вылет крюка стрелы мобильного крана, м;

$e$  – расстояние от центра тяжести мобильного крана до пяты шарнира стрелы крана, м

$f$  – расстояние от центра строповки монтируемого элемента до точки расположенной ближе всего к стреле крана, м;

$k$  – расстояние от центра строповки смонтированной части здания до точки здания наиболее близкой к стреле крана, м;

$d^1$  – расстояние от стрелы крана до монтируемого элемента, м;

$d^2$  – расстояние от стрелы крана до смонтированной части здания, м;

$d_K^2$  – расстояние от стоянки крана до оси центра строповки подземной части монтируемого здания, м;

$H_K$  – глубина котлована или подвала здания, м;

$\varphi$  – угол естественного откоса грунта, гр;

$H_{\text{СТР}}$  – высота подъема стрелы монтажного крана, м;

$h_{\text{Ш}}$  – высота шарнира стрелы мобильного крана от уровня стоянки крана, м;

$h_{\text{П}}$  – высота полиспаста крана в стянутом положении, м.

#### 4. ППР монтажных работ.

Расчет объема работ по числу монтируемых конструкций на захватке или ярусе.

Расчет производительности крана.

Трудоемкость выполнения работ (расчет числа машиномен).

Выбор модели крана по оценке приведенных затрат на его использование.

Расчет потребности кранах для выполнения работ в заданные сроки.

$P_{\text{МКР}}$  – производительность монтажного крана, подъем/смена;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность рабочей смены, час;

$K_{\text{ИВ}}$  – коэффициент использования машинного времени;

$t_{\text{ЦМК}}$  – продолжительность технологического цикла монтажного крана, мин;  
 $T_{\text{СТРОП}}$  – продолжительность строповки монтируемого элемента, мин;  
 $T_{\text{П}}$  – продолжительность подъема монтируемого элемента, мин;  
 $T_{\text{МОНТ}}$  – продолжительность монтажа, мин;  
 $T_{\text{С}}$  – продолжительность спуска крюка крана, мин;  
 $T_{\text{ПЕРЕМ}}$  – продолжительность перемещения крана, мин;

$$\begin{aligned}
 & P_{\text{МКР}} = 60 t_{\text{ЦМК}} K_{\text{ИВ}}, \\
 & t_{\text{ЦМК}} = T_{\text{СТРОП}} + T_{\text{П}} + T_{\text{МОНТ}} + T_{\text{С}} + T_{\text{ПЕРЕМ}}, \\
 & T_{\text{П}} = \frac{H_{\text{М}}}{V_{\text{П}}}, \quad T_{\text{С}} = \frac{H_{\text{М}}}{V_{\text{С}}}, \quad T_{\text{ПЕРЕМ}} = \frac{L}{V_{\text{ПЕРЕМ}}}, \\
 & V = n_i, \\
 & Ч_{\text{МС}} = \frac{K_{\text{СЛ}} V}{T_{\text{П}}}, \\
 & M_{\text{КР}} = \frac{Ч_{\text{МС}}}{S_{\text{СМ}}}.
 \end{aligned}$$

$H_{\text{М}}$  – монтажная высота крана, м;  $_{\text{СМ}} \text{ ПЛ}$   
 $L$  – длина пути перемещения крана, м;  
 $V_{\text{П}}$  – скорость подъема монтируемых элементов краном, м/мин;  
 $V_{\text{С}}$  – скорость спуска крюка крана, м/мин;  
 $V_{\text{ПЕРЕМ}}$  – скорость перемещения крана, м/мин;  
 $V$  – объем монтажных работ, подъемов крана;  
 $n_i$  – число конструкций  $i$ -ой модификации, шт;  
 $Ч_{\text{МС}}$  – трудоемкость монтажных работ, маш. смен;  
 $K_{\text{СЛ}}$  – коэффициент, учитывающий служебные подъемы;  
 $M_{\text{КР}}$  – число монтажных кранов, маш;  
 $S_{\text{СМ}}$  – число смен в рабочем дне, смен;  
 $T_{\text{ПЛ}}$  – плановая продолжительность монтажных работ, смен.

Потребность в автотранспорте для обеспечения непрерывности монтажа.

$$\begin{aligned}
 & M_{\text{П}} = \frac{t_{\text{ЦП}}}{T_{\text{МР}} + t_{\text{СТР}} + t_{\text{МОНТ}}}, \\
 & t_{\text{ЦП}} = T_{\text{МГ}} + T_{\text{Г}} + T_{\text{ПГ}} + T_{\text{МР}} + T_{\text{Р}} + t_{\text{СТР}} + T_{\text{ПР}} + T_{\text{З}}, \\
 & T_{\text{ПГ}} = T_{\text{ПР}} + \frac{120L}{V}.
 \end{aligned}$$

$M_{\text{П}}$  – необходимое число панелевозов, шт;  
 $t_{\text{ЦС}}$  – продолжительность технологического цикла работы панелевоза, мин;  
 $T_{\text{Г}}$  – продолжительность погрузки панелевоза, мин;  
 $T_{\text{МГ}}$  – продолжительность маневра панелевоза при погрузке, мин;  
 $T_{\text{ПГ}}$  – время пробега загрузженной машины от завода ЖБК до монтажного крана, мин;  
 $T_{\text{МР}}$  – продолжительность маневра панелевоза для разгрузки, мин;  
 $T_{\text{Р}}$  – продолжительность разгрузки панелевоза краном, мин;  
 $T_{\text{ПР}}$  – продолжительность пробега панелевоза порожняком, мин;  
 $t_{\text{СТР}}$  – максимальная продолжительность строповки монтируемых конструкций, мин;

$t_{\text{МОНТ}}$  – максимальная продолжительность монтажа конструкций, мин;  
 $T_3$  – время вероятной задержки панелевоза в пути, мин;  
 $L$  – расстояние от строительной площадки до завода ЖБК, км;

$v$  – скорость движения панелевоза, км/час.

## Лекция 8. Проектирование каменных работ.

### 1. Каменные работы.

Назначение каменных конструкций.

Виды материалов для каменных конструкций (естественные и искусственные материалы).

Бутовая кладка – из натуральных камней неправильной формы.

Тесовая кладка – из натуральных камней правильной формы (тесанных).

Кирпичная кладка – из искусственного камня (глиняного или силикатного).

Требования к каменной кладке.

Поверхность соприкосновения камней располагается перпендикулярно к направлению действующих усилий.

Соблюдение членения массива кладки двумя системами плоскостей перпендикулярными к постелям и наружной поверхности.

Не должны совпадать вертикальные продольные и поперечные швы в смежных рядах.

### 2. ППР каменных работ.

Анализ проектных решений здания.

Подсчет объемов работ.

Членение работ по сложности и численности типовых элементов.

Выбор метода работ.

Поточно-расчлененный (фронт работ разбивается на захваты).

Поточно-кольцевой (фронт работ не разбивается на захваты).

### 3. Расчет и формирование бригад и звеньев.

Трудоемкость каменных работ.

$$V_{КАМРАБ}^i = \frac{H_i L_i a_i}{S_i} \cdot \frac{V_{КАМРАБ}^i}{S_i},$$
$$T = \frac{Q_{чч}}{nk_{СМ} t_{СМ}}.$$

$V_{КАМРАБ}^i$  – объем каменных работ  $i$ -ой сложности, м<sup>3</sup>;  $H_i$

– высота возводимого сооружения  $i$ -ой сложности, м;  $L_i$

– длина возводимого сооружения  $i$ -ой сложности, м;  $a_i$  –

толщина возводимой стены  $i$ -ой сложности, м;

$i$  – тип сложности и толщины каменной кладки;

$S_i$  – нормативная производительность работы каменщиков, выполняющих работу  $i$ -ой сложности, м<sup>3</sup>/чел.час;

$Q_{чч}$  – трудоемкость каменных работ, м<sup>3</sup>/чел час;

$n$  – число человек в звене каменщиков, чел;

$t_{СМ}$  – продолжительность смены, час;

$T$  – продолжительность каменных работ, дней;

$k_{СМ}$  – число смен в рабочем дне, смен/дней.

Нормы объема кладки.

Расчетная длина делянки.

$V_{КЛ}$  – общий объем кладки, м<sup>3</sup>;

$V_{СТ}$  – объем возводимых стен, м<sup>3</sup>;

$V_{ПРОЕМ}$  – объем проемов, м<sup>3</sup>;

$$V_{\text{КЛ}} = V_{\text{СТ}} + V_{\text{ПРОЕМ}}, \quad V_i = H_i l_i a_i,$$

$$V_{\text{СТ}} = V_i,$$

$$N = \frac{V_{\text{КЛ}}}{V_{\text{ДЕЛ}} T_{\text{ПЛ}}},$$

$$V_{\text{ДЕЛ}} = \frac{V_{\text{ЗВ}}}{h_{\text{ЯР}} l_{\text{ДЕЛ}} a}, \quad V_{\text{ДЕЛ}} = S n t_{\text{СМ}},$$

$$l_{\text{ДЕЛ}} = \frac{S n t_{\text{СМ}}}{h_{\text{ЯР}} a}.$$

$V_i$  – объем  $i$ -го конструктивного элемента возводимого здания, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{ДЕЛ}}$  – объем деланки (участок кладки выделяемой звену), м<sup>3</sup>;

$V_{\text{ЗВ}}$  – объем кладки, выделяемой звену на одну смену, м<sup>3</sup>/смена звено;

$h_i$  – высота  $i$ -го конструктивного элемента кладки, м;

$h_{\text{ЯР}}$  – высота яруса (зона по высоте, в пределах которой возводится часть здания или сооружения с одного рабочего места), м;

$l_i$  – длина  $i$ -го конструктивного элемента кладки, м;

$l_{\text{ДЕЛ}}$  – длина деланки, м;

$a_i$  – толщина  $i$ -го конструктивного элемента кладки, м;

$N$  – число параллельно работающих звеньев, звено;

$T_{\text{ПЛ}}$  – плановый срок каменных работ, смен;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность смены, час.;

$S$  – производительность каменных работ, м<sup>3</sup>/чел. час;

$n$  – численность рабочих в звене, чел.;

$\eta$  – ожидаемое выполнение показателя плановой производительности.

Необходимая численность рабочих и бригад для выполнения работ в заданных срок.

$$V_{\text{КАМРАБ}} = H_i L_i a_i,$$

$$M_{\text{ЗВКАМ}} = \frac{V_{\text{КАМРАБ}}}{n S_{\text{СР}} t_{\text{СМ}} T_{\text{П}} k_{\text{СМ}}},$$

$$S_{\text{СР}} = \frac{V_i}{M_{\text{ЗВКАМ}}}.$$

$V_{\text{КАМРАБ}}$  – объем каменных работ, м<sup>3</sup>;

$V_i$  – объем работ  $i$ -ой сложности, м<sup>3</sup>;

$H_i$  – высота возводимого сооружения  $i$ -ой сложности, м;

$L_i$  – длина возводимого сооружения  $i$ -ой сложности, м;

$a_i$  – толщина возводимой стены  $i$ -ой сложности, м;

$i$  – тип сложности и толщины каменной кладки;

$M_{\text{ЗВКАМ}}$  – число звеньев каменщиков, зв;

$n$  – число человек в звене каменщиков, чел/зв;

$S_i$  – нормативная производительность работы каменщиков, выполняющих работу  $i$ -ой сложности, м<sup>3</sup>/чел.час;

$S_{\text{СР}}$  – средневзвешенная производительность каменных работ, м<sup>3</sup>/чел.час;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность смены, час;

$T_{\text{П}}$  – плановая продолжительность каменных работ, дней;

$k_{\text{СМ}}$  – число смен в рабочем дне, смен/дней;

$\eta$  – ожидаемое выполнение нормативной производительности каменных работ.

## Лекция 9. Проектирование бетонных и железобетонных работ.

### 1. Бетоны.

Вяжущие вещества (цемент – твердеет в воде или на воздухе).

Сырье:  $\text{CaCO}_2$  (углекислый кальций),  $\text{CaO}$  (окись кальция),  $\text{SiO}_2$  (кремнезем)

Гидролиз:  $3\text{CaCO}_2 \cdot \text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot (n-1) \text{H}_2\text{O}$  – цементный камень.

Заполнители.

Арматура.

Опалубка.

### 2. Бетонные работы.

Транспортные.

Транспортировка опалубки, арматуры, бетонной смеси.

Заготовительные.

Изготовление опалубки.

Изготовление арматуры.

Сборка арматурно-опалубочных блоков.

Монтажно-укладочные.

Установка опалубки.

Монтаж арматуры.

Подача и распределение бетонной смеси.

Укладка и уплотнение бетонной смеси.

Выдержка бетона и уход за ним.

Распалубливание.

Отделка конструкции.

Контрольные.

Проверка точности установки опалубки.

Проверка консистенции и состава бетонной смеси.

Контроль влажности и прочности бетона.

### 3. ППР бетонных работ.

Определение объема работ с дифференциацией по маркам бетона и типа армирования.

Выбор способа доставки бетона.

Бетон изготавливается на специализированных предприятиях и доставляется бетоновозами.

Бетон изготавливается в бетонных узлах непосредственно на строительной площадке.

Выбор транспортных и уплотняющих устройств.

### Расчет необходимого числа бетоновозов для непрерывного поступления бетона.

$M_{БВ}$  – необходимое число бетоновозов, шт;

$Q$  – общая потребность бетона,  $\text{м}^3$ ;

$Q_{\text{БЕТ}}$  – средняя потребность бетона в единицу времени,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$g_{\text{БЕТ}}$  – средняя величина поставки бетона в единицу времени,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$G$  – грузоподъемность бетоновоза,  $\text{м}^3$ ;

$\beta$  – коэффициент использования грузоподъемности бетоновозов:

$$M_{БВ} = \frac{Q_{БЕТ}}{g_{БЕТ}},$$

$$Q_{БЕТ} = \frac{Q}{60 \cdot t_{СМ}},$$

$$g_{БЕТ} = \frac{G}{t_{ЦБВ}},$$

$$t_{ЦБВ} = T_{Г} + T_{МГ} + T_{ПГ} + t_{Р} + T_{МР} + T_{ПР} + T_{З},$$

$$T_{ПГ} = T_{ПР} \cdot \frac{120L}{v}.$$

$T_{П}$  – плановая продолжительность бетонных работ, смен;

$t_{СМ}$  – продолжительность смены, час;

$t_{ЦС}$  – продолжительность технологического цикла работы бетоновоза, мин;

$T_{Г}$  – продолжительность загрузки бетоновоза, мин;

$T_{МГ}$  – продолжительность маневра бетоновоза при загрузке, мин;

$T_{ПГ}$  – время пробега загруженной машины от завода бетонозавода до стройплощадки, мин;

$T_{МР}$  – продолжительность маневра бетоновоза для разгрузки, мин;

$t_{Р}$  – продолжительность бетонирования (разгрузки) бетоновоза, мин;

$T_{ПР}$  – продолжительность пробега бетоновоза порожняком, мин;

$T_{З}$  – время вероятной задержки бетоновоза в пути, мин;

$L$  – расстояние от строительной площадки до бетонозавода, км;

$v$  – скорость движения бетоновоза, км/час.

Обеспечение тепло-влажностного режима твердения бетона.

## Лекция 10. Календарное планирование работ.

### 1. Формы представления календарного плана.

Календарный план ПОС.

Календарный план ППР.

### 2. Расчет и построение календарного плана ППР.

Изучение исходных данных.

Составление номенклатуры работ.

Подсчет объемов работ

для ПОС,

для ППР.

Выбор методов работ, строительной машины.

Расчет трудоемкости работ (затраты труда).

Трудоемкость в машино-сменах и человеко-сменах.

## ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ

Наименование работ	ЕНиР	Ед. изм.	Норматив (час/ф.ед.)	
Срезка растительного слоя	Е2-1-5	1000м <sup>2</sup>	1.4	-> смену
Вертикальная планировка	Е2-1-36	1000м <sup>2</sup>	0.24	
Разработка грунта котлована одноковшовым экскаватором	Е2-1-11	100м <sup>3</sup>	2.6	
Забивка свай	Е12-28	1шт	1.59	
Установка опалубки	Е4-1-34	1м <sup>2</sup>	0.64	
Установка арматуры ростверков	Е4-1-44	1шт	0.42	



Бетонирование	Е4-1-49	1м3	0.3	
Гидроизоляция фундамента	Е11-40	100м2	Гор 6.7	

			Верт 11.5	
Обратная засыпка пазух	E2-1-34	100м3	0.38	
Установка стеновых блоков	E4-1-3	1шт	0.78	
Укладка плит перекрытия подвала	E4-1-7	1шт	0.72	
Установка панелей стен, перегородок	E4-1-8	1шт	1.2	
Установка лестн. маршей и укладка плит лестн. площадок	E4-1-10	1шт	2.2	
Установка элементов балконов и лоджий	E4-1-12	1шт	0.48	
Установка плит перекрытий и покрытий	E4-1-7	1шт	0.72	
Установка санитарно-технических кабин	E4-1-18	1шт	1.6	
Установка отопительных блоков	E9-1-10	1шт	0.31	
Покрытие крыш механизированным способом	E7-1	100м2	10.3	
Штукатурная обработка бетонных поверхностей	E8-1-5	1м2	0.3	
Механизированная отделка шпатлевкой	E8-1-16	100м2	1.5	
Оклеивание стен обоями и пленками	E8-1-28	100м2	8.6	
Оклеивание потолков простыми обоями	E8-1-29	100м2	13.5	
Облицовка фасада керамическими плитками	E8-1-40	1м2	0.19	
Покрытие полов линолеумом на мастике	E19-11	1м2	0.19	
Засев газонов	E18-24	100м2	1.3	

### Разделы, части ЕНиР

- 1 Внутрипостроечные транспортные работы
- 2 Земляные работы.
  - 1 Механизированные и ручные земляные работы
- 3 Каменные работы
- 4 Монтаж сборных и устройство монолитных ж/б конструкций.
  - 1 Здания и промышленные сооружения
- 5 Монтаж металлических конструкций
- 6 Плотничные и столярные работы
- 7 Кровельные работы
- 8 Отделочные покрытия строительных конструкций.
  - 1 Отделочные работы
- 9 Сооружение систем тепло-, водо-, газоснабжения и канализации
  - 1 Наружные сети
  - 2 Сантехническое оборудование зданий и сооружений
- 10 Строительство наружных сетей ...
- 11 Изоляционные работы
- 12 Свайные работы
- 18 Благоустройство территории
- 19 Устройство полов
- 22 Сварочные работы
- 23 Электромонтажные работы
  - 1 Электрическое освещение и проводки сильного тока
- 24 Такелажные работы
- 28 Монтаж подъемно-транспортного оборудования
- 34 Кузнечно-слесарные работы
- 35 Монтаж и демонтаж строительных машин
- 38 Изготовление строительных конструкций деталей
  - 1 Изготовление конструкций из бетона и железобетона
  - 2 Изготовление стальных конструкций
  - 3 Изготовление деревянных конструкций

Нормы объема работ, выполняемых за 1 час, смену.

Нормы времени, затрачиваемого на выполнение 1 объема работ.

Достигнутая величина производительности труда строительной организацией.



Продолжительность выполнения работы в зависимости от числа смен, бригад, звеньев, машин в звеньях, числа рабочих в бригадах.

Требования ЕНиР на состав и численность строительных бригад.

Нормативы ЕНиР на продолжительность строительных работ.

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА

### Перечень этапов выполнения работы

1. Составление перечня работ

Перечень работ составляется в технологической последовательности выполнения работ.

2. Разбиение здания на фронты работ: части, захватки, деланки, ярусы

3. Расчет объема работ

Наименование работ	Ед. Измерения	Формула для Расчета	Объем работ	
			На 1 участок, захватку, этаж	На все Здание
	По ЕНиР			

Объемы работ определяются по рабочим чертежам и сметам. В условиях данной работы по чертежам Паспортов зданий.

4. Выбор основного строительного механизма (метода выполнения работ)

5. Расчет численности строительной бригады

Наименование работ, выполняемых рабочими одной профессии.	Состав бригады, рекомендуемой ЕНиР	Число рабочих в одну смену	В том числе по разрядам			
			1	2	3	...

6. Подсчет трудоемкости работ

Наименование работ	Ед. Измерения	Объем Работ	Трудоемкость	
			Нормативная (по ЕНиР)	Общая

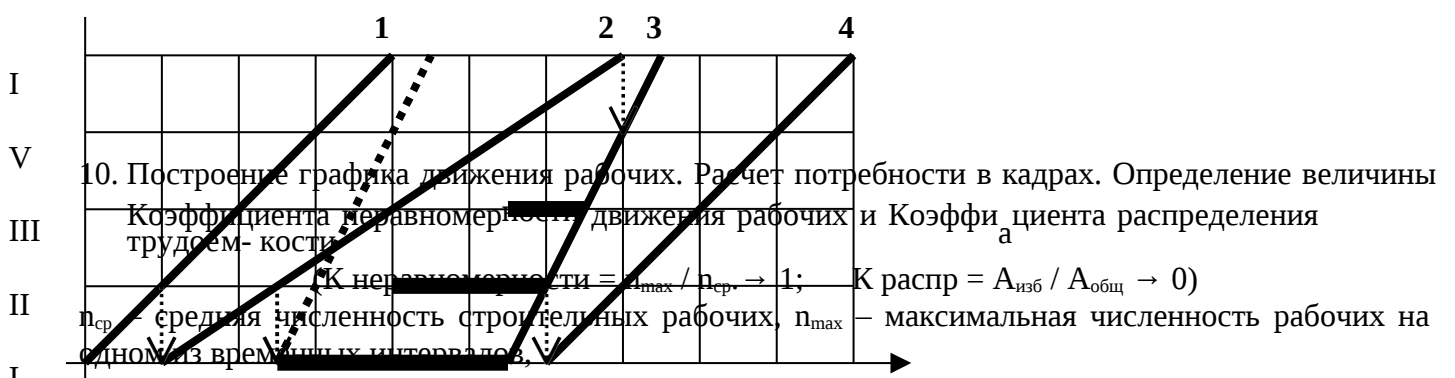
7. Определение последовательности выполнения работ и их взаимоувязка.

8. Представление календарного плана в табличной форме

Наименование Работ	Объем работ		Трудоемкость		Потребные Машины		Количество смен	Количество бригад	Число работающих в смену	Состав бригад	Продолжительность работ
	Ед. изм	Колич	Норм.	Общая	Наимен.	Колич					

Число смен работы при использовании основных машин (кранов и др.) принимают не менее 2-х.

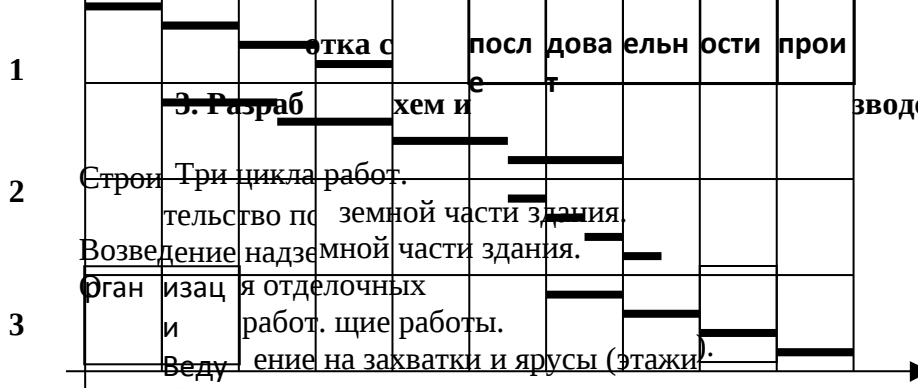
9. Представление календарного плана в графической (линейной) форме



10. Построение графика движения рабочих. Расчет потребности в кадрах. Определение величины Коэффициента неравномерности движения рабочих и Коэффициента распределения трудоемкости

( $K_{\text{неравномерности}} = A_{\text{max}} / p_{\text{ср}} \rightarrow 1$ ;  $K_{\text{распр}} = A_{\text{изб}} / A_{\text{общ}} \rightarrow 0$ )  
 $p_{\text{ср}}$  – средняя численность строительных рабочих,  $p_{\text{max}}$  – максимальная численность рабочих на одном из временных интервалов

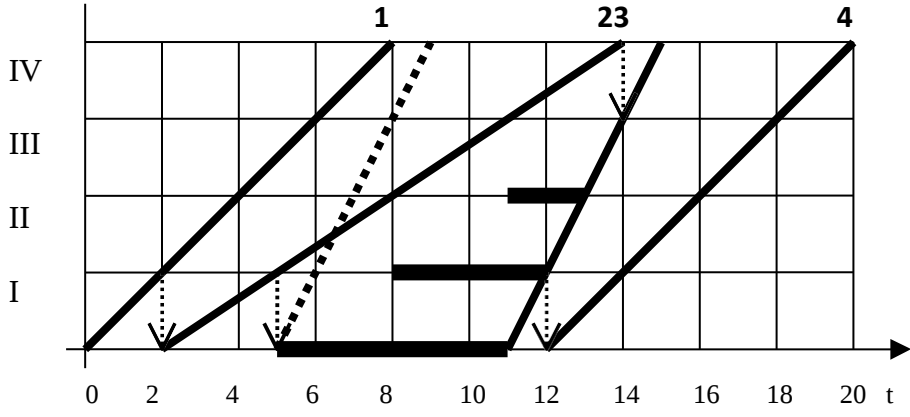
$A_{\text{общ}}$  – общая трудоемкость работ (число рабочих \* продолжительность их работы),  $A_{\text{изб}}$  – избыточная трудоемкость, суммарная трудоемкость работ на интервалах времени, когда трудоемкость превышает среднюю).



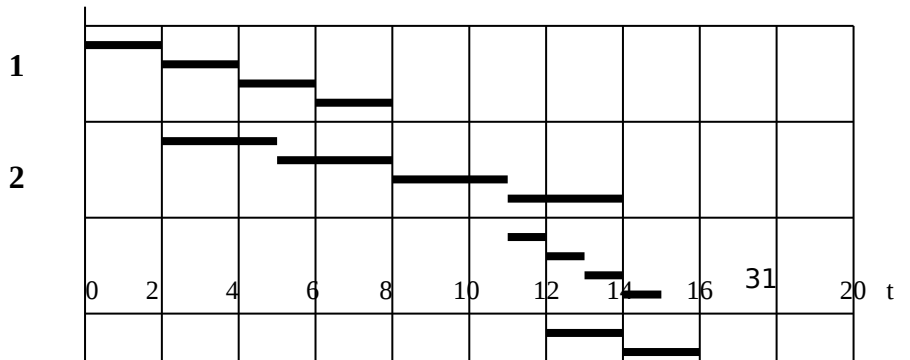
На захватке в одно время должна выполняться только одна строительная работа. Выполнение работ строго в порядке определенном технологией строительства по СНиП.

Последующая работа на захватке начинается строго по завершению предыдущей. Начало последующей работы определяется соотношением ритмов предыдущей и последующей работ.

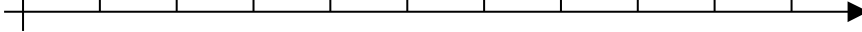
При построении графика календарного плана необходимо учитывать изменение ритма работ на захватках. Правило увязки разноритмичных работ предполагает при увеличении ритма работ их критическое сближение на первой захватке, а при уменьшении ритма – на последней захватке.



a



б



3

4

0 2 4 6 8 10 12 14 16 31 20 t

$$t_{\text{НАЧ}} + T_{\text{ПРОД}} \frac{Q_{\text{МС}}}{nkl} t_{\text{ОКОНЧ}}, \quad \text{или} \quad T_{\text{ПРОД}} \frac{Q_{\text{ЧС}}}{nlN} N_j N_j.$$

$$Q_{\text{МС}} \frac{V}{P_{\text{МС}}}, \quad \text{или} \quad Q_{\text{ЧС}} \frac{V}{Ht_{\text{СМ}}},$$

$$V \quad V_m.$$

$t_{\text{НАЧ}}$  – начало выполнения работы, день;  $t_{\text{ОКОНЧ}}$

– окончание выполнения работы, день;

$T_{\text{ПРОД}}$  – продолжительность выполнения работы, дней;

$Q_{\text{МС}}$  – трудоемкость работы, маш. смен;

$Q_{\text{ЧС}}$  – трудоемкость работы, чел. смен;

$n$  – число смен в рабочем дне, смен/день;

$k$  – число строительных машин в звене или бригаде, выполняющих работу, маш. смен/бр.;

$l$  – число механизированных звеньев или бригад, бр./смену;

$N$  – число рабочих в бригаде, чел./бр.;

$N_j$  – число рабочих  $j$ -ой специальности в бригаде, выполняющей работу, чел/бр;

$V$  – объем строительной работы, т, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, пр.;

$V_m$  – объем  $m$ -ого элемента строительной работы, т, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, пр.;

$P_{\text{МС}}$  – производительность строительной машины, т, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, пр./смену;

$H$  – норма объема работы, выполняемой за 1 чел. час. (1чел. за 1 час), т, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, пр./чел. час.;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность рабочей смены, час./смену.

Для построения графика календарного плана необходимо определение последовательности выполнения работ и их взаимосвязка

### При построении календарного плана работ необходимо учесть следующие требования СНиП-ов.

Строительство жилого здания обычно планируют состоящим из 3 циклов работ.

- строительство подземной части здания;
- возведение надземной части здания;
- проведение отделочных работ.

**1-ый цикл работ. Строительство подземной части здания.** Ведущая работа цикла – монтаж конструкций подвала. Обычно работы выполняются не менее, чем на 2-х захватках, что позволяет организовать из поточное выполнение. Многосекционное здание делится на число захваток соответствующее числу секций.

**Отрывка котлована, траншей** выполняется экскаватором с ковшом вместимостью 0.33 – 0.65 м<sup>3</sup> на 2-х захватках.

**Монтаж сборных фундаментов** выполняется на 1-ой захватке после окончания механической разработки грунта на 1-ой захватке.

Монтаж производится одновременно с **ручной доработкой грунта** и подсыпкой песчаной постели.

**При свайном варианте фундаментов** следует применять многозахватную систему, оптимально в 6 захваток по числу процессов: бойка (1), срезка и подготовка головок (2), очистка основания ростверка, опалубочные и арматурные работы (3), бетонирование (4), выдержка (5), распалубка (6).

**Монтаж стен и перегородок** подвала (кладка стен) выполняется также на захватках после монтажа фундаментов.

**Засыпка внутренних пазух** котлована и подсыпка под полы подвала выполняется после монтажа 1-ого ряда стеновых блоков, параллельно монтажу стен.

**Гидроизоляция** стен выполняется после окончания монтажа стен и засыпки пазух изнутри.



**Монтаж перекрытий** и сварочные работы – после окончания бетонных полов в подвале.

**Засыпка пазух снаружи** – после монтажа перекрытий.

**2-ой цикл работ. Возведение надземной части здания.** Ведущий процесс монтаж или кладка конструкций. Деление на захватки производится в зависимости от конструкции и объема дома. Односекционные дома на захватки не делятся. По вертикали здания делятся на ярусы равные 1 этажу.

**Монтаж надземной части здания**, в зависимости от высоты и конфигурации в плане, осуществляется башенными кранами на рельсовом ходу, приставными или самоходными кранами. Темп монтажа определяется производительностью принятого монтажного оборудования.

Параллельно с монтажом конструкций рекомендуется вести **устройство ограждений лестниц и балконов.**

**Монтаж строительных конструкций** может выполняться различными методами.

Поэлементный (дифференцированный) монтаж – предусматривает сборку и установку в проектное положение всех однотипных деталей и конструкций в пределах здания или участка монтажа и только после этого установку конструкций другого типа, т.е. последовательный монтаж колон по всему зданию, балок, ферм, связей, элементов перекрытия. Это продолжительный и трудоемкий метод.

Блочный монтаж (комплексный) – процесс предварительного укрупнения отдельных конструкций в плоские или объемные блоки и последовательный монтаж разнотипных конструкций и их блоков в пределах одной или нескольких ячеек здания, образующих устойчивую систему. Сборка блоков на площадке укрупненного монтажа позволяет уменьшить трудоемкость, улучшить качество работ и повысить точность установки конструкций. Этот метод позволяет открыть фронт послемонтажных работ. Например, устанавливаются 4 колонны, затем 2 балки, 2 фермы и плиты перекрытия – после чего ячейка готова для последующих работ.

Комбинированный метод – представляет сочетание двух предыдущих. Последовательность монтажа сборных конструкций должна обеспечить жесткость и устойчивость смонтированной части здания.

В зависимости от направления развития процесса различают продольный монтаж (вдоль здания) и поперечный монтаж (по поперечным осям здания).

С отставанием в 1-2 этажа планируются **общестроительные работы** (расшивка швов наружных стен, конопатка примыканий панельных перегородок и др.)

Организация **специальных работ – санитарно-технических и электромонтажных** – в жилом доме осуществляются в увязке с общестроительными и отделочными работами. До начала этих работ должен быть выполнен монтаж не менее 2-3 этажей и остекление окон. Обеспечена температура не ниже +5°C (для электромонтажных работ).

Специальные работы осуществляются параллельно в два этапа:

I этап – до штукатурных работ с отставанием от монтажа на 2 этажа. Работы планируют по захваткам с шагом, равным ритму работ.

I этап санитарно-технических работ включает монтаж внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, отопления и газоснабжения. После монтажа выполняется опрессовка систем.

I этап электромонтажных работ включает разметку трасс, прокладку стояков, труб и рукавов для скрытой проводки, раскладку и протяжку проводов, установку поэтажных, поквартирных, шкафов и щитов.

II этап санитарно-технических работ начинается после первого цикла малярных работ, когда окончена подготовка под последнюю окраску. Устанавливаются умывальники, унитазы и газовые плиты.

II этап электромонтажных работ начинают после окраски потолков и заканчивают после оклейки (окраски) стен. Устанавливаются выключатели, светильники, розетки, звонки.

**3-ий цикл работ. Организация отделочных работ.** Совмещение штукатурных и плиточных, малярных и паркетных, малярных и специальных работ достигается разделением фронта работ в пределах секции, этажа или даже квартиры.

**Штукатурные работы** выполняют специализированные бригады отделочных СУ. Штукатуры занимают сразу весь фронт работ, принимая за захватку этаж дома, перемещаясь с шагом, равным монтажу этажа. **Цементную стяжку под полы** выполняют те же бригады после штукатурных работ.

**Плиточные работы** выполняют в одном цикле с штукатурными работами.

**Малярные работы** выполняются с разбивкой на два этапа.

I этап малярных работ включает шпатлевку и окраску потолков, окраску лоджий, балконов, подготовку под оклейку обоями стен и столярных изделий.

**Настилка полов** (паркета, линолеума) с прошивкой плинтусов можно начинать после последнего мокрого малярного процесса.

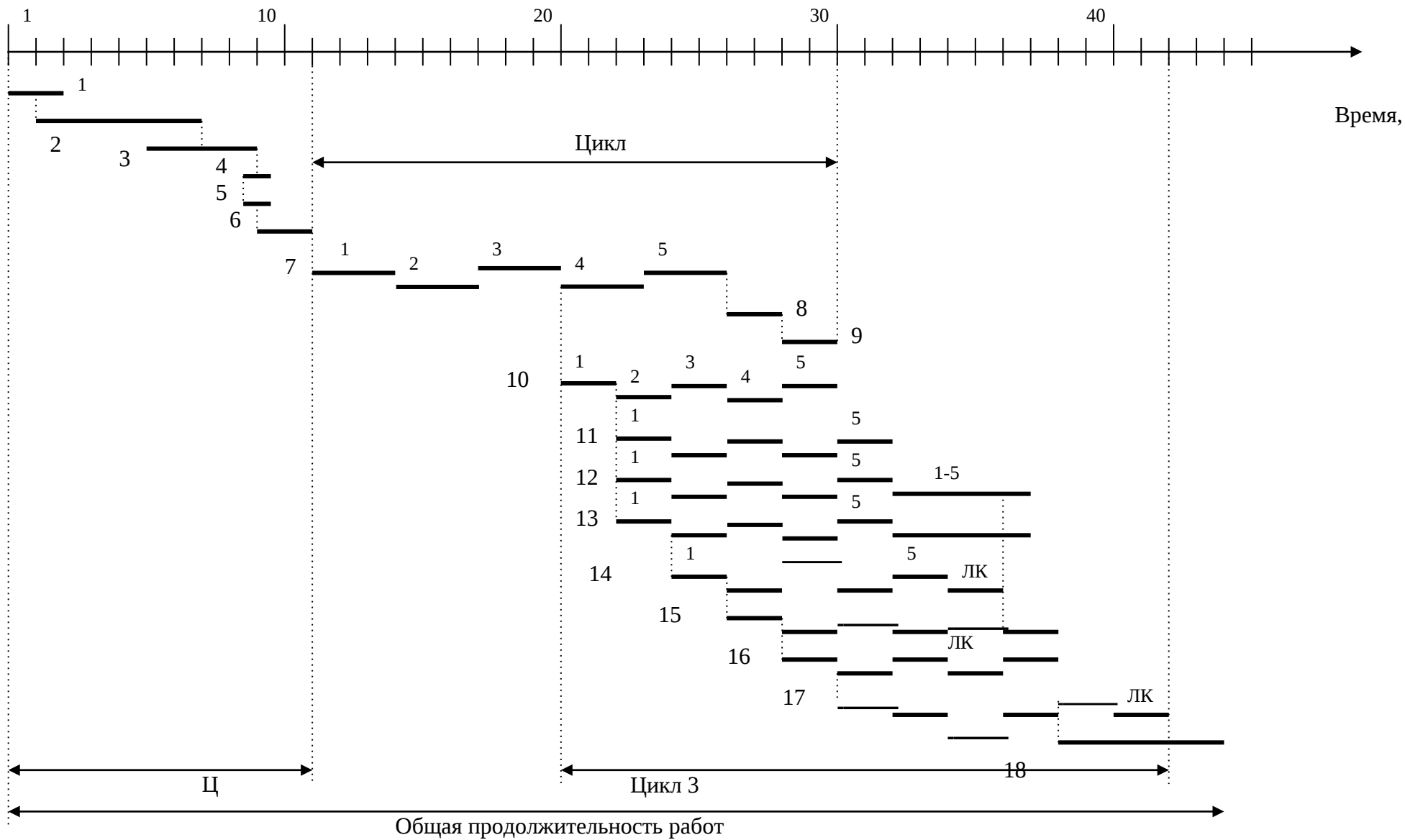
II этап малярных работ включает оклейку стен обоями и окончательную окраску столярных изделий. Малярные работы II этапа должны выполняться сразу, в сжатые сроки перед сдачей дома в эксплуатацию.

Завершают отделочные работы **шлифовкой паркета и окраской плинтусов**.

Пример линейного графика для строительства жилого 5-этажного дома приведен на рис.1.

План учитывает проведение следующих работ:

1. Рытье траншей и устройство оснований фундаментов (2 захватки).
2. Монтаж фундаментных блоков.
3. Монтаж стеновых блоков и цокольных панелей подвала.
4. Монтаж перекрытий и лестничных маршей подвала.
5. Заполнение пазух.
6. Гидроизоляция.
7. Монтаж конструкций этажей со сваркой (5 этажей – ярусов). Колонны, ригели, перекрытия, стеновые панели, перегородки, лестничные марши.
8. Монтаж покрытия здания (крыши) и его уплотнение.
9. Монтаж мягкой кровли.
10. Заполнение дверных и оконных проемов.
11. Устройство полов.
12. Электромонтажные работы по этажам (1-5 второй этап).
13. Сантехнические работы по этажам (1-5 второй этап).
14. Штукатурные и плиточные работы (ЛК – лестничная клетка).
15. Малярные работы – 1-ый этап (шпатлевка, окраска потолков).
16. Настилка полов (линолеум и паркет).
17. Малярные работы – 2-ый этап (окраска, оклейка обоев).
18. Благоустройство территории.



#### 4. Оценка общей продолжительности работ.

Нормы СНиП продолжительности строительных работ.

Корректировка продолжительности работ.

Ограничения оптимизации продолжительности строительных работ.

Оценка неравномерности движения рабочей силы и распределения труда.

Построение графиков движения строительных машин.

#### Расчет продолжительности монтажа крупноблочного здания.

$$T_{\text{МОНТ}} = \frac{Q_{\text{чч}} \cdot K_{\text{ИВ}}}{N n k t_{\text{СМ}}},$$

$$Q_{\text{чч}} = \frac{V_{\text{МОНТ}}}{S_{\text{МОНТ}}},$$

$$V_{\text{МОНТ}} = \sum_i x_i \cdot$$

$T_{\text{МОНТ}}$  – продолжительность монтажных работ, дней;

$Q_{\text{чч}}$  – трудоемкость монтажных работ, чел час;

$K_{\text{ИВ}}$  – коэффициент использования рабочего времени;

$N$  – количество бригад, участвующих в проведении монтажных работ (по количеству монтажных кранов), бригад;

$n$  – число рабочих в бригаде монтажников, чел/бригаде;

$k$  – принятое количество смен, смен/день;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность смены, час/смену;

$V_{\text{МОНТ}}$  – объем монтажных работ, шт;

$S_{\text{МОНТ}}$  – производительность труда при выполнении монтажных работ, шт/чел час;

$x_i$  – количество монтируем элементов,  $i$ -ого типа, шт.

#### 5. Техничко-экономические показатели.

Продолжительность возведения объекта.

Сметная стоимость строительства.

Сводный сметный расчет стоимости строительства (12 разделов).

1. Подготовка территории строительства.
2. Основные объекты строительства.
3. Объекты подсобного и обслуживающего назначения.
4. Объекты энергетического хозяйства.
5. Объекты транспортного хозяйства и связи.
6. Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло- и газоснабжения.
7. Благоустройство и озеленение территории.
8. Временные здания и сооружения.
9. Прочие работы и затраты.
10. Содержание дирекции строящегося сооружения, авторский надзор, технический надзор.
11. Подготовка эксплуатационных кадров (для промышленных предприятий).
12. Проектные и изыскательские

работы. Производительность труда.

Трудоемкость.

Уровень механизации работ.

Уровень механизации труда.

Энерговооруженность.

$T_{\text{ОБ}}$  – общая продолжительность возведения объекта согласно проекту, дней;

$T_{\text{КР}}$  – продолжительность критического пути сетевого плана строительства, дней;

$T_{НОРМ}$  – нормативная (по СНиП) или заданная продолжительность строительства, дней;  
 $\Pi_{ТР}$  – производительность труда, т, шт., м3, м2, пр./дней;  
 $V_{СТРРАБ}$  – объем строительных работ, т, шт., м3, м2, пр.;

$$T_{ОБ} = T_{КР} \cdot T_{НОРМ},$$

$$\Pi_{ТР} = \frac{V_{СТРРАБ}}{T_{СТРРАБ}}, \quad T_{ТР} = \frac{T_{СТРРАБ}}{V_{СТРРАБ}},$$

$$U_{МЕХРАБ} = \frac{V_{МЕХРАБ}}{V_{ОБЩ}}, \quad U_{МЕХТР} = \frac{N_{МЕХРАБ}}{N_{СР}},$$

$$W_{ЭВ} = \frac{W_{СТРМАШ}}{N_{СР}}.$$

$$I = I_{НОРМ}.$$

$T_{СТРРАБ}$  – продолжительность выполнения строительных работ, дней;

$T_{ТР}$  – трудоемкость выполнения строительных работ, дней/ т, шт., м3, м2, пр.:

$U_{МЕХРАБ}$  – уровень механизации работ;

$U_{МЕХТР}$  – уровень механизации труда;

$V_{ОБЩ}$  – общий объем строительных работ, т, шт., м3, м2, пр.;

$N_{МЕХРАБ}$  – численность строительных рабочих выполняющих работы с помощью средств механизации, чел;

$N_{СР}$  – среднесписочная численность строительных рабочих, чел.;

$W_{ЭВ}$  – энерговооруженность труда, кВт/ чел.;

$W_{СТРМАШ}$  – суммарная мощность двигателей электрооборудования строительного объекта, кВт;

$I$  – величина i-ого расчетного технико-экономического показателя ППР;

$I_{НОРМ}$  – нормативная (или достигнутая) величина i-ого расчетного технико-экономического показателя ППР.

## Лекция 11. Техничко-экономические показатели организации строительства.

### 1. Сравнение экономической эффективности вариантов проектных решений организации строительства.

Сравнение приведенных затрат базового и проектного варианта организационно-технологических решений.

Базовый вариант приведенных затрат.

### 2. Приведенные затраты.

Себестоимость СМР.

$$C = 1.05C_{РАБ} + 1.53_{ФЗП},$$

$$C_{РАБ} = C_{МС} \cdot \frac{V}{\Pi} \cdot \frac{1}{n},$$

$$3_{ФЗП} = \frac{C_{МС} \cdot 3_n}{n}.$$

$C$  – себестоимость выполнения строительной работы, тыс. руб.;

$C_{РАБ}$  – величина затрат на эксплуатацию строительной машины, тыс. руб.;

$C_{СМ}$  – средняя стоимость обслуживания машиносмены (ресурсы и обслуживание), тыс. руб.;

$\Pi$  – продолжительность работы строительной машины, маш. смены;

$V$  – объем выполняемой работы, т, шт, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, пр.;

$\Pi$  – производительность строительной машины, т, шт, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, пр./смена;

$Z_{\text{ФЗП}}$  – фонд заработной платы, тыс. руб.

$Z_n$  – величина сменной заработной платы  $n$ -ого члена бригады строительных рабочих, обслуживающих строительную машину.

Прямые затраты (строительные материалы, изделия, конструкции, тепло, электроэнергия, вода (60%), эксплуатация строительных машин (8%), заработная плата(12%)).

Накладные расходы (14%) - затраты, связанные с управлением производством, обслуживанием строительной организации, созданием условий труда.

Удельные основные производственные фонды.

### Расчет амортизационных отчислений строительной организацией за отчетный год.

$$A = \sum_i E_H K_{уд}^i, \\ K_{уд}^i = 1.07 \frac{C_{ПР}^i}{T i_H} \Psi_{МСМ}^i.$$

A – амортизационные отчисления на возмещение износа строительных машин, тыс. руб.;

i – индекс строительных машин, участвующих в выполнении работ в отчетном году;

$\Psi_{МСМ}^i$  – трудоемкость i-ой выполненной работы на строительных объектах, маш. смены;

$E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений  $E_H = 0.12$ ;

$K_{уд}^i$  – удельные капитальные вложения i-ой строительной машины в выполнение строительных работ, тыс. руб.;

$T i_H$  – нормативное число рабочих дней в году, планируемое для i-ой строительной машины, дней;

$C_{ПР}^i$  – инвентаризационная стоимость i-ой строительной машины, участвующей в выполнении строительных работ, тыс. руб.

### 3. Показатели оценки организации строительства.

Параметрические расчеты эффективности.

Расчет экономического эффекта:  $\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_Б - \mathcal{E}_П$

$\mathcal{E}_Б$  – экономический эффект базового варианта проекта;

$\mathcal{E}_П$  – экономический эффект проекта организации строительства.

$$\Delta \mathcal{E} = D_1 + D_2 + D_3 + \Delta C + 0.12(K_B - K_P)$$

$D_1$  – эффект досрочного ввода объекта;

$D_2$  – эффект от рационального использования капитальных вложений;

$D_3$  – эффект сокращения накладных расходов ( $D_3 = D_{П} + D_{В} + D_{ЗАРП}$ );

$\Delta C$  – эффект снижения себестоимости ( $\Delta C = C_{МАТ} + C_{МЕХ} + C_T$ );

$K_B$  – стоимость основных производственных фондов по базовому варианту проекта;

$K_P$  – стоимость основных производственных фондов по предлагаемому варианту проекта

Эффект снижения себестоимости.

За счет снижения затрат на строительные материалы и конструкции ( $C_{МАТ}$ ).

За счет снижения затрат на эксплуатацию строительных машин ( $C_{МЕХ}$ ).

За счет роста производительности труда ( $C_T$ ).

$$C_{МАТ} = \frac{Y_{МО}}{100} \frac{U}{100} \frac{(100 - U_P)(100 - U_C)}{100 * 100} \%$$

$$C_{МЕХ} = \frac{Y_{МЕХ} \Pi_{УП} P_{МЕХ}}{100(100 - P_{МЕХ})} \%$$

$$C_T = \left(1 - \frac{I_{ЗП}}{I_{ПТ}}\right) \frac{Y}{3} \%$$

$Y_{МО}$  – удельный вес затрат на материалы и конструкции в процентах от сметной стоимости СМР;

$U_P$  - процент снижения норм расхода материалов и конструкций;

$U_C$  - процент снижения цен на материалы и конструкции.

$Y_{МЕХ}$  – уровень расходов на эксплуатацию строительных машин в общей стоимости выполненных работ;

$P_{УП}$  - доля условно постоянных расходов на эксплуатацию строительных машин в общей стоимости работ;

$P_{МЕХ}$  - планируемый процент увеличения выработки строительных машин.

$I_{ЗП}$  – рост заработной платы по сравнению с заложенной в смете;

$I_{ПГ}$  - рост производительности труда;

$У_{ЗП}$  - удельный вес заработной платы в смете в процентах.

Эффект досрочного ввода объекта.

$$Д1 = \Pi_p (T_B - T_{П})$$

$\Pi_p$  – средняя прибыль за период досрочного ввода объекта в эксплуатацию;

$T_B$  – продолжительность строительства по базовому варианту проекта;

$T_{П}$  - продолжительность строительства по предлагаемому варианту проекта.

Эффект от рационального использования капитальных вложений.

$$Д2 = E \cdot H \cdot \left( \frac{R'_B \cdot T_B - R'_П \cdot T_{П}}{R' \cdot \frac{1}{N-1}} \right)$$

$R'$  – средние за период строительства капитальные вложения;

$R'_n$  – нарастающий итог капитальных вложений по интервалам строительства;

$N$  – число интервалов времени строительства.

Эффект от сокращения накладных расходов.

За счет сокращения продолжительности работ ( $Д_{П}$ ).

За счет роста производительности труда рабочих ( $Д_{В}$ ).

За счет уменьшения удельного веса заработной платы ( $Д_{ЗАРП}$ ).

$$Д_{П} = \frac{K_{П}}{H_{НР}} \left( 1 - \frac{T_{П}}{T} \right) \%$$

$$Д_{В} = \frac{K_{В}}{H_{НР}} \left( 1 - \frac{B_{ПЛ}}{B_{СМ}} \right) \%$$

$$Д_{ЗАРП} = \frac{K_{З}}{H_{НР}} \left( 1 - \frac{З_{СМ}}{З_{ПЛ}} \right) \%$$

$K_{П}$  – доля условно постоянных накладных расходов, зависящих от продолжительности работ, ( $K_{П}=50\%$ );

$H_{НР}$  – величина накладных расходов в процентах от себестоимости;

$K_{В}$  – коэффициент, определяющий долю накладных расходов, зависящих от выработки ( $K_{В} = 16\%$ );

$B_{ПЛ}$  – средняя плановая выработка на одного рабочего;

$B_{СМ}$  – средняя выработка на одного рабочего по смете;

$K_{З}$  – доля накладных расходов, зависящая от основной заработной платы ( $K_{З} = 22\%$ );

$З_{СМ}$ ,  $З_{ПЛ}$  – удельный вес основной заработной платы по смете и по плану.

Показатель снижения (сокращения) срока строительства ( $K_{СНСР}$ ).

$$K_{СНСР} = \frac{T_B - T_{П}}{T_B}$$

Срок окупаемости объекта ( $T_{ОК}$ ).

$$T_{ОК} = \frac{K}{P_{Г}} \cdot \frac{K}{E_{Н} \cdot \Phi_{ВВ}}$$

$K$  – капитальные вложения;

$P_{Г}$  – годовая прибыль предприятия;

$\Phi_{ВВ}$  – стоимость вводимых фондов;



$E_n$  – отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

## Раздел 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ

### Лекция 12. Принципы проектирования строительных генеральных планов (СГП).

#### 1. Определение и назначение СГП.

СПГ этапов строительства (подготовительных, земляных и монтажных работ).

Функциональная схема проектирования СГП.

Определение опасных зон.

#### 2. Общеплощадочные СГП проектов организации работ.

Исходные данные.

Графическая часть. Масштаб (М 1:1000, 1:2000, 1:5000).

Расчетная часть.

Порядок проектирования.

#### 3. Объектные СГП проектов производства работ.

Исходные данные.

Графическая часть. Масштаб (М 1:500, 1:200, 1:100, 1:50).

Расчетная часть.

Порядок проектирования.

Определяется потребность в трудовых, энергетических и других ресурсах по этапам строительства.

Определяется виды и объемы временных зданий, установок, сооружений.

На генплане строительного участка указываются проектируемые здания, их архитектурные оси, границы строительной площадки.

Осуществляется привязка монтажных и грузоподъемных механизмов. Определяются опасные зоны.

Осуществляется привязка приобъектных складов и дорог.

Определяется дислокация механизированных установок, обслуживающих строительство, площадок укрупненного монтажа, мастерских и цехов.

Размещаются временные сооружения административного и бытового назначения.

Размещаются объекты энергетического хозяйства, трассы временных сетей водопровода, электропитания, газопроводов, теплоснабжения, связи, установки освещения строительной площадки.

#### 4. Строительный городок.

Объекты социального назначения (общежития, поликлиника, столовые, клуб).

#### 5. Техничко-экономические характеристики СГП.

Удельные затраты на временные здания и сооружения.

Продолжительность работ на организацию строительных работ.

Объем затрат на отдельные виды работ.

Трудоемкость работ на организацию временного хозяйства.

### Лекция 13. Транспортные коммуникации.

#### 1. Транспортные коммуникации.

Железнодорожный транспорт.

Автомобильные дороги.

Постоянные и временные дороги.

## 2. Схема движения транспорта и расположение дорог.

Разработка схемы движения транспорта и расположение дорог на плане.

Обеспечение подъезда к объектам строительной площадки.

Кольцевое движение.

Дороги в опасных зонах строительных площадок.

Параметры временных дорог.

Расчет видимости поверхности дорог.

Параметры временных дорог	Число полос		Примечание
	1	2	
Ширина полосы движения, м	3	3	
Ширина проезжей части, м	3.5	6	
Радиус кривизны, м	15	30	Минимальный радиус закругления по поворотах 12м.
Наименьшая расчетная видимость поверхности дороги	50	30	
То же при встречном движении	100	70	
Боковая видимость перекрестков	35	35	
Периодичность размещения площадок отстоя при одностороннем движении, м	100	-	Величина площадки 6 * (12-18) м.
Минимальные расстояния при трассировке дорог, м.			
От складских площадок	0.5-1.0		
От подкрановых путей	6.5-12.0		
От железнодорожных путей	3.75		
От ограждения стройки	1.5		
От бровки траншей	0.5-0.75		Для суглинистых почв
	1.0-1.5		Для песчаных почв
От пешеходных трасс	2.0		

Пересечение дорог с энергетическими и трубными трассами.

## Лекция 14. Временные здания и их комплексы на строительных площадках.

### 1. Классификация временных зданий и сооружений.

Классификация по назначению

Производственные (мастерские арматурные, механические, сантехнические, бетонно-растворные, асфальтобетонные, штукатурные, малярные станции, технологические установки).

Складские (склады, кладовые, навесы).

Административные (конторы строительно-монтажных участков, прорабские, диспетчерские, проходные).

Санитарно-бытовые (гардеробные, сушилки одежды, душевые, столовые, здравпункты, туалеты).

Жилые и общественные (общежития).

Классификация по срокам использования.

Неинвентарные (существующие и одноразового использования).

Инвентарные.

### 2. Конструкции временных сооружений.

Щитовые сборно-разборные сооружения (длина 4.5-18 м, ширина 8 м, высота 3 м.).

Контейнерные (6\*3\*2.7).

Передвижные (площадь фургона до 12 м<sup>2</sup>).

Воздухонаполняемые.

### 3. Расчет объемов временных сооружений в зависимости от их назначения.

Нормативный метод расчетов.

Производственные

Наименование систем инженерного назначения	Единицы измерения	Контейнерные сооружения	Сборно-разборные сооружения
Ремонтно-механические мастерские	тыс. руб. продукции в год м <sup>2</sup>	до 10 / 15-32	200-400 / 3000-1500
Инструментальные мастерские	шт. инструментов / м <sup>2</sup>	до 100 / 15-32	200-400 / 46-34
Санитарно-технические	тыс. руб. продукции в год м <sup>2</sup>	до 10 / 15-32	100-300 / 1100-300
Столярно-плотницкие	тыс. м <sup>2</sup> в год / м <sup>2</sup>	до 0.5 / 15-32	2-5 / 2000-500
Арматурные	т в год / м <sup>2</sup>	до 200 / 24-32	1500-2000 / 2000-1500
Малярные станции	т в смену / м <sup>2</sup>	до 4 / 16-32	
Штукатурные станции	м <sup>3</sup> в час / м <sup>2</sup>	до 8 / 16-32	

Складские (см. далее).

Административные.

Прорабская – 3.0-3.5 м<sup>2</sup>/чел (5-24 чел)

Диспетчерская – 7 м<sup>2</sup>/чел

Санитарно-бытовые.

Гардеробная – 0.9 м<sup>2</sup>/чел (7-10 чел)

Сушилка – 0.2 м<sup>2</sup>/чел

Обогрев, отдых, принятие пищи – 1 м<sup>2</sup>/чел

Душевая – 0.43 м<sup>2</sup>/чел (5.4 м<sup>2</sup> на 10 чел, 1 сетка на 12 чел)

Туалет: женский – 1 очко на 20 чел, 2-30, 4-70, 6-100, 8-150.

мужской – 1 очко на 20 чел, 2-70, 6- 130, 7- 200, 10-350.

$$n_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_i^{\text{ИНВ}}},$$

$$S_{ij} = q_i r_{ij},$$

$$n_{ij} = n_{ij}^M + n_{ij}^Ж,$$

$$r_j = r_1 R, \quad r_2 = 0.13R, \quad r_3 = 0.02R,$$

$i$  – виды временных инвентарных сооружений для санитарно-бытовых нужд (1-гардеробные, 2-для сушки одежды, 3-для обогрева рабочих, 4-душевые);

$j$  – группы пользователей санитарно-бытовыми сооружениями (1-рабочие (85%+5% посетители, шоферы, ученики), 2-ИТР (8%) и служащие (5%), 3-МОП(2%);

$n_{ij}$  – количество инвентарных сооружений  $i$ -ого вида для  $j$ -ых пользователей, шт;

$n_{ij}^M$  – количество инвентарных сооружений  $i$ -ого вида для  $j$ -ых пользователей для мужчин, шт;

$n_{ij}^Ж$  – количество инвентарных сооружений  $i$ -ого вида для  $j$ -ых пользователей для женщин, шт;

$S_{ij}$  – площадь инвентарных сооружений  $i$ -ого вида для  $j$ -ых пользователей, м<sup>2</sup>;

$S_i^{\text{ИНВ}}$  – площадь типовых инвентарных сооружений  $i$ -ого вида, м<sup>2</sup>;

$R$  – количество рабочих ( $R^M=0.75R$ ,  $R^Ж=0.25R$ ), чел;

$r_j$  – количество пользователей сооружениями  $j$ -ой группы, чел;

$r_{ij}$  – количество пользователей  $j$ -ой группы сооружениями  $i$ -го назначения, чел;  
 $q_i$  – нормативная площадь помещения  $i$ -го назначения для одного пользователя,  $m^2/\text{чел}$ .

Показатели потребной площади временных зданий и сооружений.  
Выбор рационального варианта компоновки временных сооружений.

## Лекция 15. Организация складского хозяйства.

### 1. Назначение приобъектного складского хозяйства.

Состав проекта складского хозяйства.

Перечень хранимых материалов.

Определение необходимых запасов хранимых ресурсов. Выбор метода хранения.

Расчет площадей складов по методам хранения.

Выбор типовых складов и привязка их на строительной площадке.

Классификация складов.

По месту расположения.

По условиям хранения.

### 2. Определение запасов.

Единицы измерения запасов – рабочие дни.

Расчеты для складского хозяйства проекта организации строительства.

Расчеты для складского хозяйства проекта производства работ.

Подготовительный запас.

Текущий запас.

Страховой (гарантийный) запас.

Сезонный запас.

Коэффициент запаса, учитывающий неравномерность потребления.

Коэффициент запаса, учитывающий неравномерность поступления.

$P_i$  – величина производственного запаса  $i$ -го строительного материала, т, м,  $m^2$ ,  $m^3$ , шт. и др.;

$$P_i = g_i \left( t_1^i + t_2^i \right) \frac{G_i}{T_i} K_1 K_2,$$
$$t_2^i = 0.25 t_1^i.$$

$i$  – индекс  $i$ -го строительного материала, включенного в состав производственного запаса;

$G_i$  – общая потребность  $i$ -го строительного материала на весь период строительства, т, м,  $m^2$ ,  $m^3$ , шт. и др.;

$g_i$  – среднесуточный расход  $i$ -го строительного материала, т, м,  $m^2$ ,  $m^3$ , шт. и др.;

$t_1^i$  – текущий запас  $i$ -го строительного материала (периодичность поставки), дней;

$t_2^i$  – страховой запас  $i$ -го строительного материала, дней;

$T_i$  – число дней потребления  $i$ -го строительного материала, дней;

$K_1$  – коэффициент неравномерности потребления строительных материалов;

$K_2$  – коэффициент неравномерности поступления строительных материалов.

### 3. Расчет площади склада.

$$S_{СК} = S_j,$$

$$S_j = S_{ij},$$

$$S_{ij} = \frac{P_{ij}}{r_i} K_{ij}^П, \quad S_{ij} = P_{ij} R_i K_{ij}^П.$$

$i$  – индекс  $i$ -го строительного материала, включенного в состав производственного запаса;  
 $j$  – индекс  $j$ -ого метода хранения (типа склада), организуемого на строительной площадке;  $S_{СК}$  – суммарная площадь складов на строительной площадке,  $m^2$ ;

$S_j$  – суммарная площадь складов для  $j$ -ого метода хранения строительных материалов,  $m^2$ ;

$S_{ij}$  – площадь, необходимая для хранения  $i$ -го строительного материала  $j$ -ым методом хранения,  $m^2$ ;

$P_{ij}$  – величина производственного запаса  $i$ -го строительного материала, хранимого  $j$ -ым методом, т, м,  $m^2$ ,  $m^3$ , шт. и др.;

$r_i$  – количество  $i$ -го строительного материала, размещаемого на  $1m^2$  склада, т/ $m^2$ , м/ $m^2$  и др.;

$R_i$  – площадь, необходимая для размещения на складе единицы  $i$ -го строительного материала,  $m^2/т$ ,  $m^2/м$  и др.;

$K_{ij}^П$  – коэффициент использования площади склада при хранении  $i$ -го строительного материала, хранимого  $j$ -ым методом.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											Σ

- 1) Наименование материала, изделия,
- 2) Продолжительность потребления в днях,
- 3) Общая потребность,
- 4) Суточная потребность,
- 5) Коэффициент неравномерности потребления,
- 6) Коэффициент неравномерности поставки,
- 7) Запас материала нормативный в днях,
- 8) Запас материала расчетный по нормам в днях,
- 9) Расчетный запас в физических единицах,
- 10) Норматив площади склада,  $m^2$ ,
- 11) Коэффициент использования площади склада,
- 12) Расчетная площадь,  $m^2$ .

Учет показателя, определяющего количество материала, размещаемого на  $1m^2$  площади склада.

Коэффициент использования площади склада.

Наименование материала и условие хранения	Ед. изм.	Площадь	Кп
Открытое хранение			
Кирпич	Тыс. шт.	2.5 $m^2$	1.25
Металлические конструкции	Т	3.3	1.2
Колоны	МЗ	2.0	1.3
Плиты перекрытий и покрытий	МЗ	1.0	1.25
Блоки стеновые	МЗ	1.0	1.25
Блоки фундаментные	МЗ	1.7	1.3
Санитарно-технические кабины	МЗ	2.0	1.3
Навесы			
Арматурная сталь	1 млн. руб.	2.3	1.2

Толь в рулонах	1 млн. руб.	4.8	1.3
Закрытое хранение			
Цемент	т	24	1.2
Гипс	т	9.1	1.2

Фронт разгрузки  
транспорта.

$$L_j = K \frac{n_j l_j - (n_j - 1) l_{j1}}{m_j},$$

$$L = \sum_j L_j,$$

$$n_{ij} = \frac{g_i}{q_{ij} \eta_j},$$

$$n_j = \sum_i n_{ij}.$$

$i$  – индекс  $i$ -го строительного материала, включенного в состав производственного запаса, поступающего на склад;

$j$  – индекс  $j$ -ого вида транспорта, с которого идет разгрузка строительных материалов;

$L$  – длина общего фронта разгрузки транспорта центрального склада строительных материалов, м;

$L_j$  – длина общего фронта разгрузки с  $j$ -ого вида транспорта, м;

$n_j$  – количество единиц  $j$ -ого вида транспорта, разгружаемого на складе, шт;

$n_{ij}$  – количество единиц  $j$ -ого вида транспорта, разгружаемого на складе, доставляющего  $i$ -ый вид строительного материала, шт;

$l_j$  – длина единицы  $j$ -ого вида транспорта, м;

$l_{j1}$  – длина расстояния между единицами  $j$ -ого вида транспорта при их одновременной разгрузке, м;

$g_i$  – среднесуточный расход  $i$ -го строительного материала, поступающего на склад, т, м, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, шт. и др.;

$q_{ij}$  – грузоподъемность  $j$ -ого вида транспорта, доставляющего  $i$ -ый строительный материал на склад, т, м, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, шт. и др.;

$\eta_j$  – коэффициент загрузки транспортных средств;

$K$  – коэффициент неравномерности прибытия транспортных средств.

**4. Условия хранения строительных материалов.** Бетонные и железобетонные конструкции. Металлические материалы и конструкции.

Лесные материалы.

Огнеопасные материалы.

Сжатые газы.

Площадки для укрупненной сборки конструкций.

**5. Учет ценностей и их движение.**

$$Y_t^i = Y_{t-1}^i + X_t^i - D_t^i,$$

$$X_t^i = X_{t-1}^{ij},$$

$$D_t^i = D_t^{ik},$$

$$C_t^i = c^{ji} X_{t-1}^{ij},$$

$i$  – индекс  $i$ -ого строительного материала в системе материально-технического обеспечения;

$j$  – индекс  $j$ -ого поставщика строительных материалов;  
 $k$  – индекс  $k$ -ого потребителя строительных материалов;



$Y_t^i$  – уровень запасов  $i$ -ого материала на конец отрезка времени  $t$ , т., шт.,  $m^3$  и пр.;  
 $Y_{t-1}^i$  – уровень запасов  $i$ -ого материала на конец отрезка времени  $t-1$  (начало отрезка времени  $t$ ), т., шт.,  $m^3$  и пр.;  
 $X_t^i$  – поступление  $i$ -ого материала за отрезок времени  $t$ , т., шт.,  $m^3$  и пр.;  
 $X_t^{ij}$  – поступление  $i$ -ого материала за отрезок времени  $t$  от  $j$ -ого поставщика, т., шт.,  $m^3$  и пр.;  
 $D_t^i$  – поставка потребителям  $i$ -ого материала за отрезок времени  $t$ , т., шт.,  $m^3$  и пр.;  
 $D_t^{ik}$  – поставка  $i$ -ого материала за отрезок времени  $t$   $k$ -ому потребителю, т., шт.,  $m^3$  и пр.;  
 $C_t^i$  – стоимость  $i$ -ого материала на конец отрезка времени  $t$ , руб.;  
 $c^{ij}$  – цена  $i$ -ого материала от  $j$ -ого поставщика, руб./т., шт.,  $m^3$  и пр.

## Лекция 16. Обеспечение строительных площадок энергоресурсами.

### 1. Проектирование энергообеспечения.

Электроснабжение.

Водоснабжение.

Теплоснабжение.

Газопроводы.

### 2. Особенности проектирования ПОС и ППР.

Нормативы потребления энергетических ресурсов. Учет мощности фактических потребителей.

### 3. Проектирование энергообеспечения.

1. Определение потребителей по видам энергоресурсов.
2. Определение суммарной потребности в ресурсах с учетом возможных потерь.
3. Выбор источников энергии.
4. Расчет их мощности.
5. Поиск собственных источников энергии и их производство в случае отсутствия энергоресурсов в регионе.
6. Приведение параметров энергетических потоков к условиям их потребления.
7. Построение рабочей схемы энергоснабжения.
8. Расчет сечения проводов, кабелей, диаметров труб, коробов теплотрасс и т.п.
9. Распределение трасс энергопроводов на СГП.
10. Составление спецификаций на необходимые материалы и приборы.

## Лекция 17. Электроснабжение.

### 1. Потребители электроэнергии строительной площадки.

Электропривода строительных машин и инструмента.

Технологические процессы, использующие электроэнергию.

Сварочные трансформаторы.

Осветительные приборы.

Определение их количества в зависимости от их производительности и продолжительности работы.

### 2. Расчет суммарной потребности электроэнергии.

Учет потери мощности в сетях в зависимости от их протяженности.

Учет коэффициента одновременности работы агрегатов.

$$P_{\text{ПР}} = \left( \frac{P_C K_C}{\cos \varphi_C} + \frac{P_T K_T}{\cos \varphi_T} + P_{\text{Тр}} K_{\text{Тр}} \right) \cdot P_{\text{ПР}} T_{\text{ОБ}} n t_{\text{СМ}}$$

С, Т, Тр – индексы групп оборудования: строительных машин (имеющих электропривод), технологических установок (использующих электроэнергию, как источник тепла и пр), трансформато-

ров;

$P_{\text{ПР}}$  – общая потребность электроэнергии на производственные нужды, кВт;

$P_C, P_T, P_{Tr}$  – мощность потребителей электроэнергии, кВт;  
 $K_C, K_T, K_{Tr}$  – коэффициенты спроса групп потребителей электроэнергии;  
 $\cos\varphi_C, \cos\varphi_T$  – коэффициенты мощности потребителей электроэнергии;  
 $\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в электрических сетях;  
 $W_{пр}$  – потребляемая электроэнергия производственным электрооборудованием, кВт час;  
 $T_{об}$  – общая продолжительность работ, дней  
 $n$  – число смен в рабочем дне, смен/день;  
 $t_{см}$  – продолжительность смены, час/смен;

1	2	3	4	5	6	7
						Σ

- 1) Наименование потребителя,
- 2) Единица измерения,
- 3) Количество,
- 4) Удельная мощность на единицу потребления (КВА, кВт),
- 5) Коэффициент спроса,
- 6) Коэффициент мощности,
- 7) Требуемая расчетная мощность (КВА).

Наименование	Мощность, КВА	Коэфф. спроса	cosφ
Башенный кран, 10т	30-60	0.3-0.7	0.5
Башенный кран, 10т	60-85		
Башенный кран, 10т	75-200		
Бетононасосы	14-45	0.2-0.3	
Транспортеры	7-17		
Вибраторы для уплотнения бетона	0.4-1.5		
Краскопульты	0.3-0.5		
Сварочные аппараты	12-54	0.8	0.85
Электрообогрев бетона	60-190/м2	0.5	
Электрообогрев каменной кладки	40-70/м2		
Электросушка штукатурки	0.5-0.2/м2		
Отделочные работы	0.15/м2		
Наружное освещение территории	0.4вт/м2	1	1
Освещение зоны монтажа	3вт/м2	0.8	
Освещение помещений	15вт/м2	1	

### 3. Расчет систем освещения.

Виды систем освещения.

Освещение внешнее.

Освещение внутреннее.

Дежурное.

Аварийное.

Нормы освещенности.

Расчет числа светильников.

$$P_{\text{ОСВ}} = (P_{\text{РАБ}} K_{\text{РАБ}} + P_{\text{ВН}} K_{\text{ВН}} + P_{\text{ПЛ}} K_{\text{ПЛ}} + P_{\text{ИНВ}} K_{\text{ИНВ}} + P_{\text{ДОР}} K_{\text{ДОР}} + P_{\text{АВАР}} K_{\text{АВАР}}),$$

$$P_i = \sum_j P_{ij}, \quad P_{ij} = n_{ij} P_{ijл},$$

$$n = \frac{p E_H S m K_{\text{ЗАП}}}{P_{\text{Л}}}.$$

$P_{\text{ОСВ}}$  - общая потребность электроэнергии на освещение, кВт;  
 РАБ, ВН, ПЛ, ИНВ, ДОР, АВАР – индексы групп объектов освещения (рабочие открытые площадки, внутренние рабочие помещения, территория строительной площадки, внутреннее освещение инвентарных сооружений, внутриплощадочные дороги, аварийное освещение площадки);  
 $i$  – индекс  $i$ -ой группы объектов освещения;  
 $j$  – индекс  $j$ -ого помещения (территории);  
 $P_i$  – суммарная мощность, необходимая для обеспечения освещения объектов  $i$ -ой группы, кВт;  
 $P_{ij}$  – суммарная мощность, необходимая для обеспечения освещения  $j$ -ого помещения  $i$ -ой группы, кВт;  
 $K_{\text{РАБ}}, K_{\text{ВН}}, K_{\text{ПЛ}}, K_{\text{ДОР}}, K_{\text{АВАР}}$  – коэффициенты спроса групп потребителей электроэнергии;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в электрических сетях;  
 $n$  ( $n_{ij}$ ) – количество светильников (прожекторов) в  $j$ -ом помещении (территории)  $i$ -ой группы, шт;  
 $p$  – удельная мощность светильника, Вт/м<sup>2</sup> лк;  
 $E_H$  – нормативная освещенность объектов  $i$ -ой группы, лк;  
 $S$  – площадь, подлежащая освещению ( $j$ ), м<sup>2</sup>;  
 $m$  – КПД светильника;  
 $K_{\text{ЗАП}}$  – коэффициент запаса;  
 $P_{\text{Л}}$  – мощность лампы светильника (прожектора), устанавливаемого в  $j$ -ом помещении (территории)  $i$ -ой группы, Вт.

#### 4. Источники электроэнергии.

Расчет трансформаторных подстанций.

Стационарные трансформаторные подстанции – 10-1800 КВА

Передвижные подстанции

Генераторы – двигатели внутреннего сгорания – до 100КВА,

Дизельные двигатели – до 1000 КВА (ж/д вагон)

Паро и газотурбинные генераторы – свыше 1000 до 5000КВА (энергопоезд)

#### 5. Сети временного электроснабжения.

Проектирование схем электроснабжения.

Система защиты и выбор тока плавких вставок.

$$I_{\text{ЗАЩ}} = K I_{\text{РАБ}},$$

$$I_{\text{РАБ}} = \frac{S_H}{U_H},$$

$$S_H = \frac{P_H}{\cos \phi},$$

$$I_{\text{РАБ}} = K_O I_m.$$

$I_{\text{ЗАЩ}}$  – ток защиты от короткого замыкания (плавкой вставки), А;

$I_{\text{РАБ}}$  – рабочий ток потребителя электроэнергии, А;

$I_m$  – рабочий ток  $i$ -ого потребителя электроэнергии, работающего в параллельной цепи, А;

$U_H$  – номинальное напряжение электрической сети, В;

$S_H$  – номинальная мощность потребителя тока, Вт;

$P_H$  – номинальная мощность потребителя по паспорту, Вт;

$K$  – коэффициент кратности номинального тока для защиты от короткого замыкания;  
 $K_0$  – коэффициент одновременности работы потребителей;  
 $\cos\varphi$  – коэффициент мощности.

План электрических трасс.  
 Расчет сечения проводов.  
 Нанесение плана на СГП.  
 Составление спецификации проводов и кабелей.

## Лекция 18. Снабжение водой, теплом, газами.

### 1. Водоснабжение.

Потребление воды (технические и хозяйственные нужды, пожаротушение).  
 Нормативный метод расчета потребности воды.  
 Расчет суммарной потребности.

$$Q_{\text{ВОД}} = Q_{\text{ТЕХН}} + Q_{\text{ХОЗ}} + Q_{\text{ПОЖ}},$$

$$Q_{\text{ТЕХН}} = K_{\text{НР}} \sum_{i=1}^j \frac{q_i n_i k_{iН}}{3600 t_{\text{СМ}}},$$

$$Q_{\text{ХОЗ}} = \frac{q_{\text{ХЖ}} n_{\text{ХЖ}} k_{\text{ЖН}}}{3600 t_{\text{СМ}}} + \frac{q_{\text{Д}} n_{\text{Д}}}{60 t_1},$$

$10 \text{ г а,} \quad 2 \text{ струи,} \quad 10 \text{ л/сек,}$   
 $Q_{\text{ПОЖ}} \quad 50 \text{ г а,} \quad 2 \text{ струи,} \quad 20 \text{ л/сек,}$   
 $50 \text{ м}^2 \text{5,} \quad 4 \text{ струи,} \quad 20 \text{ м}^2 \text{5 л/сек.}$

$Q_{\text{ВОД}}$  – потребный расход воды для строительной площадки, л/сек;

$Q_{\text{ТЕХН}}$  – расход воды на технические нужды, л/сек;

$Q_{\text{ХОЗ}}$  – расход воды на хозяйственные нужды, л/сек;

$Q_{\text{ПОЖ}}$  – расход воды на пожаротушение, л/сек;

$i$  – индекс технического устройства (строительной машины), потребляющего воду;

$q_i$  – удельный расход воды на одного  $i$ -го потребителя, л/сек шт;

$n_i$  – количество потребителей  $i$ -го типа, шт;

$k_{iН}$  – коэффициент неравномерности потребления воды потребителями  $i$ -ого типа;

$K_{\text{НР}}$  – коэффициент неучтенных расходов;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность рабочей смены, час;

$j$  – индекс потребления воды хозяйственного назначения;

$q_{\text{Ж}}$  – удельный расход воды на одного  $j$ -го потребителя хозяйственного назначения, л/сек шт;

$n_{\text{Ж}}$  – количество потребителей  $j$ -го типа, шт;

$k_{\text{Н}}$  – коэффициент неравномерности потребления воды потребителями  $j$ -ого типа;

$q_{\text{Д}}$  – удельный расход жидкости на 1 прием душа, л/сек чел;

$n_{\text{Д}}$  – число принимающих душ, чел;

$t_1$  – продолжительность приема душа после окончания смены, мин;

Расход  $Q_{\text{ПОЖ}}$  при площади строительной площадки свыше 50га увеличивается на 5л/сек (1 гидрант) на каждые 25га увеличения (при увеличении площади на 25м га расход увеличивается на 5м л/сек).

Приготовление бетона	250-3000 л/м <sup>3</sup>
Поливка бетона	750-1250 л/м <sup>3</sup>
Штукатурные работы	2-8 л/м <sup>2</sup>

Малярные работы

1 л/м<sup>2</sup>

Кирпичная кладка	200 л/1000 шт
Мойка автомашин	400-700 л/маш. сутки

Питье	2 л/чел
Душ	36 л/чел
Столовая	15 л/чел смену

Источники воды.

Проектирование сетей временного водоснабжения.

Расчет диаметров трубопроводов.

$$Q = 1000 \frac{D^2}{4} V,$$

$$D = \frac{\sqrt{0.00127Q}}{V} = 0.036 \sqrt{Q/V}.$$

$Q$  – расход воды, л/сек.

$D$  – диаметр трубопровода, мм,

$V$  – скорость потока воды, м/сек. (1.5- 2.0 м/сек)

Размещение трубопроводов на СГП.

Составление спецификации труб и арматуры.

## 2. Канализация и стоки.

### 3. Теплоснабжение.

Потребление тепла (технические нужды, сушка, отопление).

Прогрев бетона 900 тыс. КДж/м<sup>3</sup>,

Оттаивание грунта 60-80 тыс. КДж/м<sup>3</sup>,

Подогрев воды 30 тыс. КДж/м<sup>3</sup> (до 75°С).

$$Q_{\text{ОБЩ}} = (Q_{\text{ТЕХН}} + Q_{\text{СУШ}} + Q_{\text{ОТ}}) K_1 K_2 \quad (\text{КДж})$$

$Q_{\text{ОБЩ}}$  - общая потребность тепла;

$Q_{\text{ТЕХН}}$  - потребность тепла на технологические нужды;

$Q_{\text{СУШ}}$  - потребность тепла на сушку;

$Q_{\text{ОТ}}$  - потребность тепла на отопление;

$K_1$  - коэффициент неучтенных расходов (1.1);

$K_2$  - коэффициент учета потерь тепла в сети (1.15).

$$Q_{\text{ТЕХН}} = \sum_i \frac{V_i M_i}{t_i} K_3,$$

$$Q_{\text{СУШ}} = Q_{\text{НАГР}} + Q_{\text{ПАР}}, \quad Q_{\text{НАГР}} = hF t_{\text{CP}}, \quad Q_{\text{ПАР}} = kF P,$$

$$Q_{\text{ОТ}} = q(t^{\text{ВН}} - t^{\text{Н}}) V_3.$$

$i$  - работа, технологический процесс которой связан с потреблением тепловой энергии;

$V_i$  - объем  $i$ -ой работы;

$M_i$  - удельный расход тепла на единицу объема  $i$ -ой работы;

$t_i$  - продолжительность выполнения  $i$ -ой работы;

$K_3$  - коэффициент неравномерности выполнения работ, потребляющих тепло;

$Q_{\text{НАГР}}$  - расход тепла на нагрев сушащегося материала;

$Q_{\text{ПАР}}$  - расход тепла на парообразование;

$h$  - коэффициент теплоотдачи теплоносителя;

$F$  - площадь сушащейся поверхности;

$\Delta t_{CP}$  - разность температур влажной поверхности и парообразования;  
 $k$  - коэффициент массопередачи;



$\Delta P$  - средняя разность парциального давления воздуха и пара;

$q$  - удельная теплоемкость воздуха;

$t^{BH}$  - комфортная температура внутри здания;

$t^H$  - зимняя температура воздуха вне здания;

$V$  - объем здания по наружному обмеру

Расчет потребности тепла на сушку влажных поверхностей.

Нормативный метод расчета потребности тепла.

Отапливаемое помещение	Удельная теплоемкость, КДж/м <sup>3</sup> .час. град	Комфортная температура
Жилые, административные здания	1.6 – 1.9	20
Временные, санитарно-бытовые помещения	3.0 – 3.8	16 – 25
Мастерские	2.3 – 2.8	16 – 25

Расчет суммарной потребности.

Источники тепла.

Электрокалориферы, питаемые от электрической сети;

Калориферы, работающие от сетей ТЭЦ на перегретой воде или паре от котельных установок;

Воздухонагреватели, состоящие из камеры сгорания с горелкой, теплообменника и вентилятора (работают на жидком и газообразном топливе);

Теплогенераторы для оттаивания грунта.

Временно подключаемые системы центрального отопления.

#### **4. Газопроводы.**

Сжатый воздух.

Расчет компрессорных станций.

Потребность кислорода на сварку и резку металла.

## ЧАСТЬ II

### АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬСТВА.

#### Лекция 1. Структура материально-технической базы строительства.

#### 1. СТРУКТУРА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

Материально-техническая база строительства		
1. Строительно-монтажное звено	2. Промышленно-производственное звено	3. Инфраструктурное звено
1.1. Общестроительные строительно-монтажные организации	2.1. Предприятия, выпускающие строительные материалы на базе других отраслей промышленности (металл, трубы, прокат, кровельные материалы, химия, асбест, деревообработка, провода и кабели др.)	3.1. Складирование и хранение
1.2. Специализированные строительные организации, выпускающие однородную продукцию или выполняющие определенные виды работ (подземстрой, фундаментстрой, дорожное строительство, специальные строительные работы)	2.2. Предприятия, специализирующиеся на выпуске строительных материалов	3.2. Производственно - техническая комплектация
Производитель работ (звено, бригада),  - Строительный участок, - Строительное управление, - Фирма, трест, концерн, объединение	2.2.1. Предприятия, размещенные в местах расположения источников сырья (цемент, кирпич, песок, щебень, отделочные материалы, сантехника, столярные изделия и др.)	3.3. Строительная техника

Управление и организация производства работ (Диспетчерская отчетность) Управление строительством комплекса сооружений (Недсут. планы и графики) Управление материально-технической базой (ППР, КП)	2.2.2. Предприятия, предназначенные для производства продукции регионального потребления (бетонные и железобетонные изделия, бетон, растворы, опалубка, оконные и дверные блоки, комплекты изделий домостроения)	3.4. Транспорт на строительстве
	2.3. Предприятия небольшой мощности, входящие в состав строительно-монтажных организаций – стационарные и передвижные малой мощности (бетонные растворы, нестандартные ж/б изделия металлические и столярные изделия, оснастка)	3.5. Обслуживание и ремонт машин, механизмов и оборудования

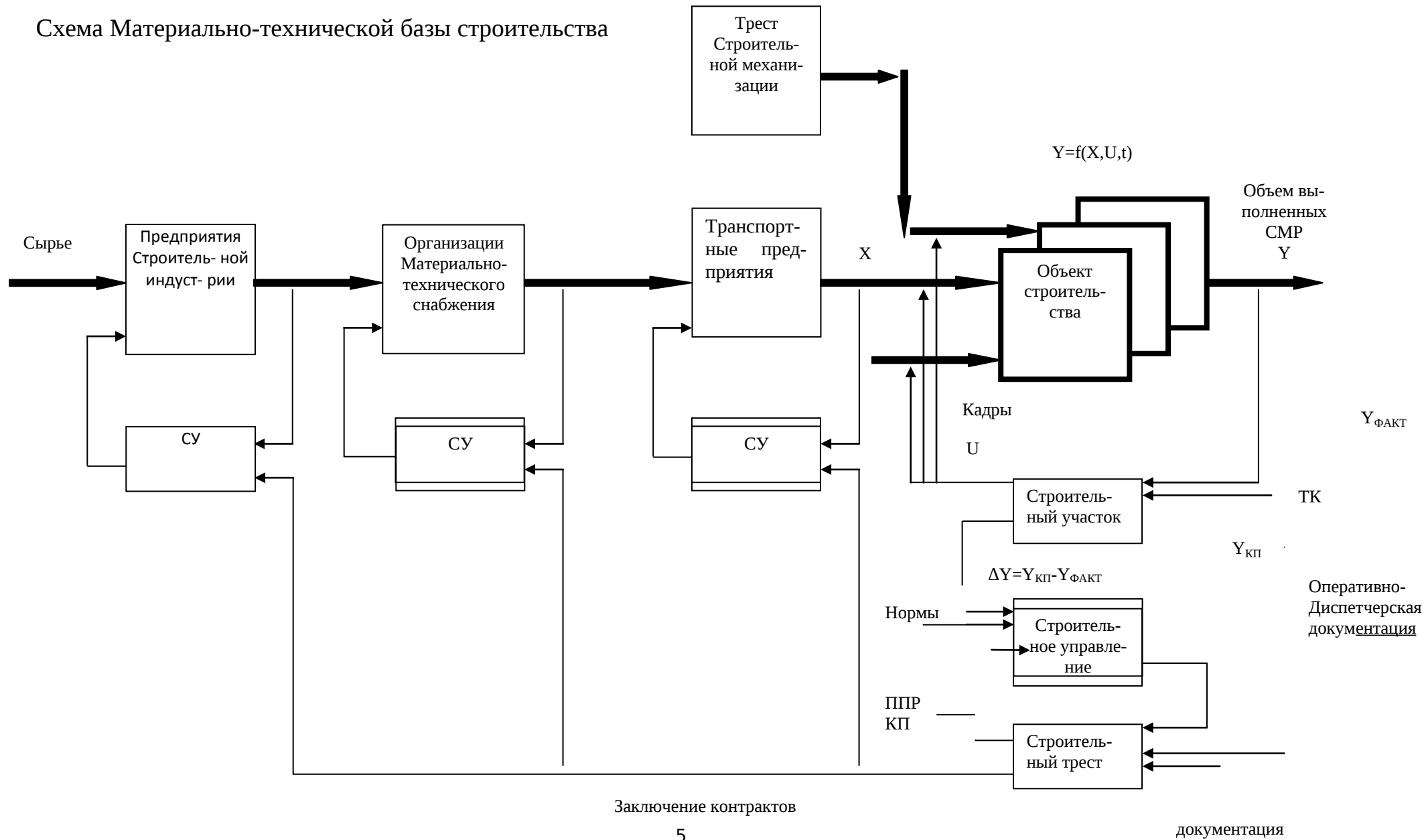
## 2. Блок-схема материально-технической базы строительства.

На схеме показаны жирными стрелками материальные потоки: сырье производства строительных материалов и конструкций, строительные материалы, поступающие в системы снабжения и транспортирования на строительные площадки, а также выполненные строительно-монтажные работы.

Показана также трехуровневая система управления строительного производства: строительные участки, управление и трест.

Системы управления производством строительных материалов и конструкций, хранения и комплектации, транспорта и обеспечения строительными машинами связаны с СУ производством через каналы заключения контрактов, определяющих объемы их деятельности (задания в структуре систем управления).

# Схема Материально-технической базы строительства



Заказы на СМР. Строительная

## **Раздел 1. СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЕ ЗВЕНО**

### **Лекция 2. Общестроительные строительного-монтажные организации**

#### **1. Структурные схемы организаций и уровни управления строительством.**

Структура управления производством. Производственные и обеспечивающие подразделения предприятия.

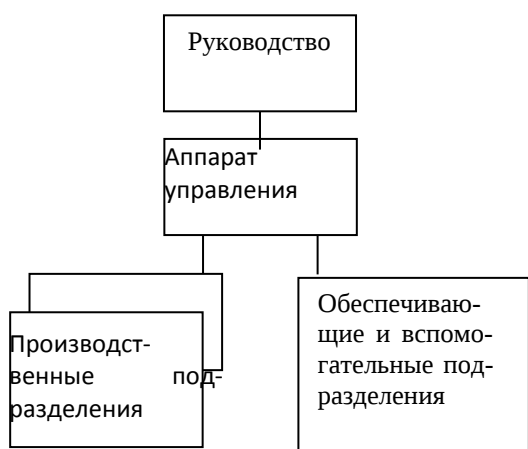
Строительная бригада

Строительный участок

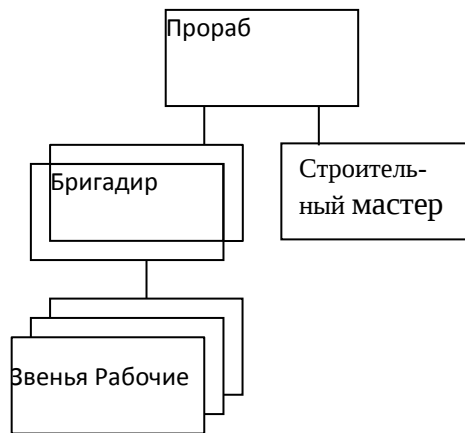
Строительное управление

Строительная фирма, трест, концерн, объединение.

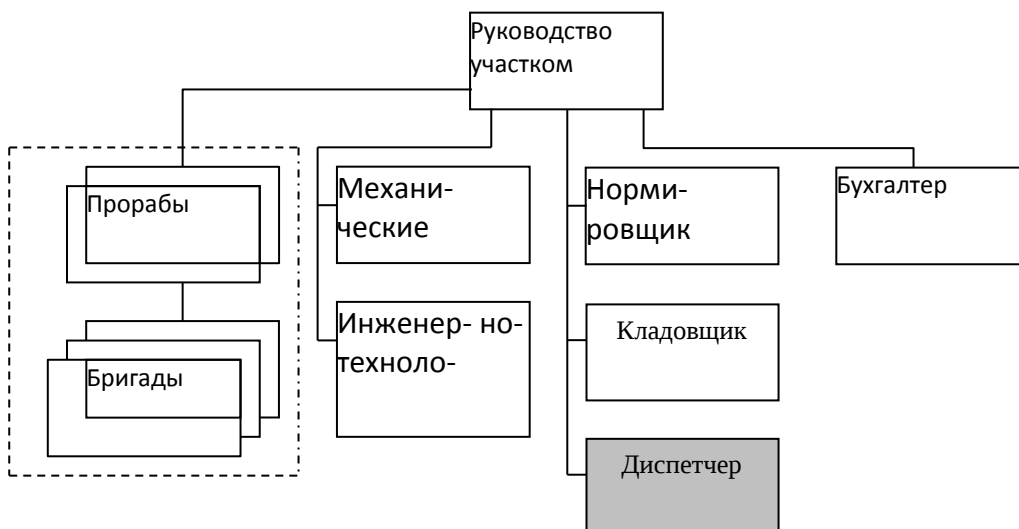
Структура управления производством.



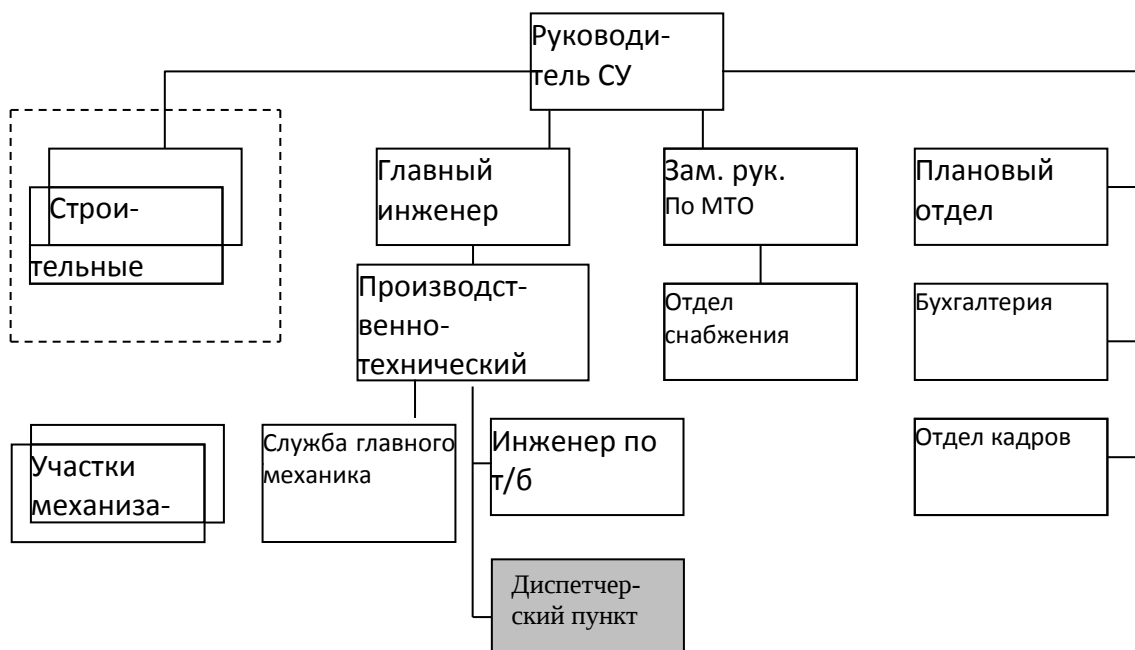
Строительная бригада



Структура управления Строительным участком



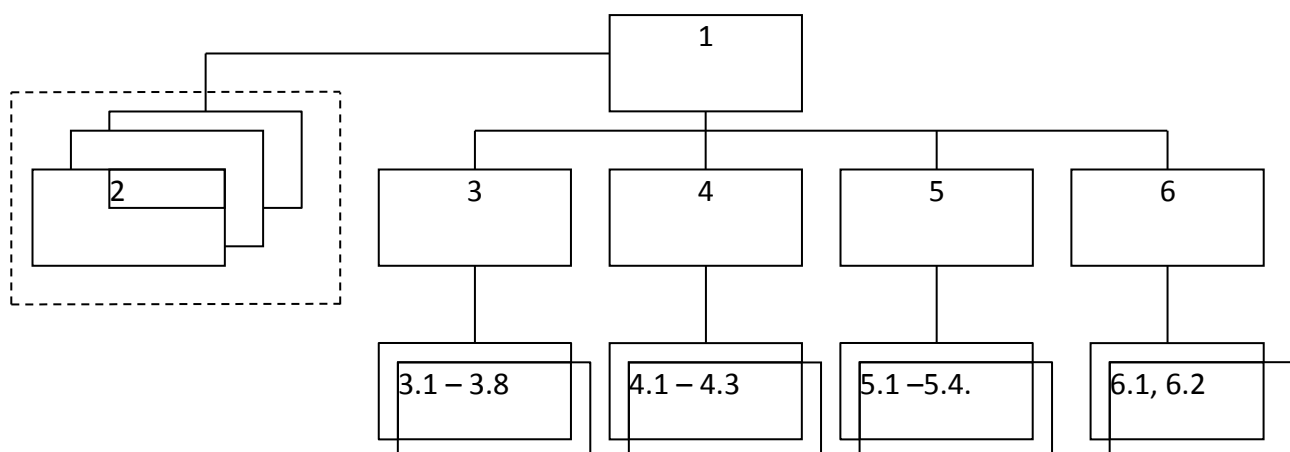
Структура управления Строительным управлением



## Структура управления Строительной фирмой (трестом)

1. Генеральный директор
2. Строительные управления
3. Главный инженер
4. Главный экономист
5. Зам. по МТО
6. Зам. по административным вопросам

3.1. Производственный отдел	4.1. Плановый отдел (Отдел маркетинга)	5.1. Служба поставок	6.1. Бухгалтерия
3.2. Оперативно-диспетчерский отдел	4.2. Сметно-договорной отдел	5.2. Управление комплектации	6.2. Отдел кадров
3.3. Технический отдел	4.3. Отдел труда и зарплаты	5.3. Отдел снабжения	
3.4. Служба главного технолога		5.4. Отдел транспорта	
3.5. Служба главного механика (Управление механизации и автоматизации)	3.7. Центральная лаборатория (Отдел качества)		
3.6. Служба главного энергетика	3.8. Отдел техники безопасности		



### 2. Функции управления

Контроль  
 Регулирование  
 Координация  
 Учет  
 Анализ  
 Прогноз  
 Планирование  
 Принятие решений.





			Поддержание и корректировка календарных планов вы-
--	--	--	--

			полнения работ
			Формирование ведомостей физических объемов работ
			Ведение непрерывного плана подрядных СМР
3.	Оперативное управление производством работ	Отд. Опер-дисп. Упр.	Формирование недельно-суточных графиков выполнения работ, поставок материалов, использования техники и транспорта, кадров
			Контроль за выполнением оперативных планов
			Принятие решения о необходимости корректировки текущих планов (КП)
4.	Управление механизацией производства	Служба Гл. Мех.	Определение потребности в основных монтажных машинах и средствах механизации
			Текущее планирование использования наличного парка средств механизации
			Перспективное планирование (приобретение, контрактация) механизации работ
			Планирование текущего и капитального ремонта средств механизации
			Управление обслуживанием и ремонтом средств механизации
			Учет амортизационных отчислений
			Управление ремонтной базой
			Расчет уровня механизации
5.	Управление энергообеспечением	Служба Гл. Энергетика	Организация обеспечения электроэнергией
			Организация обеспечения теплом
			Организация водоснабжения
			Организация обеспечения сжатыми газами
			Расчет энерговооруженности труда и производства
6.	Управление материально-техническим снабжением и комплектацией	Отдел МТС и К	Расчет потребности в СМ и конструкциях и формирование плана МТОбеспечения
			Формирование планов комплектации объектов
			Заключение контрактов на поставку СМ и К
			Контроль выполнения контрактов на поставку
			Хранение СМ и К
			Учет использования СМ и К.
7.	Управление специализированным транспортом	Транспортный отдел	Организация использования специального транспорта
			Организация обслуживания и ремонт внутриплощадочных транспортных дорог
8.	Управление производством нестандартных строительных материалов и конструкций	Производственный отдел СМ, К и Оснастки	Расчет потребности в производстве строительных материалах, деталях, конструкций и оснастки силами строительного предприятия
			Планирование производства
			Расчет и обеспечение производства сырьем
			Управление производством
			Учет производства продукции и ее качества
9.	Управление качеством строительства	Отдел качества Сл. Гл. Технолога	Планирование и учет мероприятий контроля качества
			Контроль входной и выходной технической документации
			Входной контроль качества СМ
			Контроль качества СМР
			Управление лабораторией качества
10.	Управление финансовой деятельностью и бухгалтерским учетом	Финансовый отдел Бухгалтерия	Учет доходов и поступления средств
			Учет расходов и отчислений
			Планирование кредитных взаимоотношений

			Планирование и учет выплаты налогов
--	--	--	-------------------------------------

			Обеспечение учета ценностей
			Осуществление хозяйственного расчета
11.	Планирование себестоимости СМР	Отдел труда	Расчет себестоимости
			Планирование снижения себестоимости
			- повышение уровня механизации
			- повышение сборности строительства
			- улучшение организации строительства
			- снижение потерь материалов, деталей, конструкций
			- снижение уровня брака, требующего повторного выполнения работ
			- повышение производительности труда
			- снижение простоев и времени ожидания
			- сокращение накладных расходов
12.	Управление трудом и заработной платой	Отдел труда и ЗП Бухгалтерия	Формирование плана потребной численности рабочих
			Расчет плановой производительности труда и учет фактической производительности
			Расчет фонда заработной платы
13.	Управление кадрами	Отдел кадров	Учет кадров
			Обеспечение работ рабочими кадрами
14.	Управление охраной труда	Отдел ТБ	Обеспечение безопасных условий и режима труда
			Планирование мероприятий, контроль за выполнением
15.	Обеспечение пожаробезопасности	Противопожарная Служба	Организация пожаробезопасности
			Организация пожаротушения
16	Обеспечение экологической безопасности	Служба Гл Эколога	Сохранение растительности, утилизация сносимой растительности
			Сохранение плодородного слоя почвы
			Своевременная уборка строительного мусора и благоустройство территории после завершения строительных работ
			Улучшение качества внутрипостроечных дорог и подъездных путей
			Планирование времени проведения шумо-взрывных работ
			Очистка стоков и недопущение запыленности воздушного бассейна

## Лекция 4. Примеры постановки задач управления

### 1. Техничко-экономическое планирование.

Объем строительно-монтажных работ.

Среднегодовая стоимость основных производственных мощностей.

Баланс производственных мощностей.

Расчетный показатель фондоотдачи.

Договорный объем СМР.

**Задача 1.** Формирование БД выполнения работ текущего года (Производственная мощность предприятия).

$$Z^T = \sum Z_{\text{КОН}}^T$$

$Z^T$  – производственная мощность предприятия в текущем году (Т), млн. руб.

$Z_{\text{КОН}}^T$  – объем СМР, выполняемых СМП по контракту (КОН) в текущем году (Т), млн. руб.

$$Z_{\text{КОН}}^T = (Z_{\text{КОН}}^{T-1} + Z_{\text{КОН}}^T + Z_{\text{КОН}}^{T+1}) + Z_{\text{СОИСП}},$$

$$Z_{\text{КОН}}^T = Z_{\text{КОН}}^{T-1} + Z_{\text{КОН}}^{T+1} - Z_{\text{СОИСП}},$$

$Z_{\text{КОН}}$  – объем СМР, выполняемых по контракту (КОН), млн. руб.

$Z_{\text{КОН}}^{T-1}$  – объем СМР, выполняемых СМП по контракту (КОН) в предыдущем текущем году (Т-1), млн. руб.

$Z_{\text{КОН}}^{T+1}$  – объем СМР, выполняемых СМП по контракту (КОН) в следующем текущем году (T+1), млн. руб.

$Z_{\text{СОИСП}}$  – объем СМР, выполняемых соисполнителями СМП по контракту (КОН), млн. руб.

**Задача 2.** Учет баланса производственных мощностей.

$$\Phi_{\text{П}} = \Phi_{\text{НГ}} + \Sigma \Phi_{\text{ПР}} - \Sigma \Phi_{\text{ВЫБ}},$$

$\Phi_{\text{П}}$  – среднегодовая стоимость основных производственных фондов предприятия, млн. руб.;

$\Phi_{\text{КГ}}$  – стоимость производственных фондов на начало базового (конец предыдущего) года, млн. руб.;

$\Phi_{\text{ПР}}$  – стоимость приобретенных в течение года производственных фондов, млн. руб.;

$\Phi_{\text{ВЫБ}}$  – стоимость выбывших в течение года производственных фондов, млн. руб.

**Задача 3.** Расчет фондоотдачи и выработки строительной продукции.

$$P_{\text{ФО}} = Z^T / \Phi_{\text{П}},$$

$P_{\text{ФО}}$  – фактически достигнутый показатель фондоотдачи производственного предприятия, СМР руб./фонд. руб.;

$$V_{\text{ФО}} = Z^T / 1000 N,$$

$V_{\text{ФО}}$  – фактически достигнутая выработка на 1 работающего, тыс. руб./чел;

$N$  – среднесписочная численность рабочих в текущем году, чел;

**Задача 4.** Учет заключенных контрактов на выполнение СМР в плановом периоде.

$$M^{T+1} = \Sigma Z_{\text{Т-КОН}}^{T+1} + \Sigma M_{\text{Т+2 ДОГ}}^{T+1},$$

$$M_{\text{ДОГ}} = M_{\text{ДОГ}}^T + M_{\text{ДОГ}}^{T+1},$$

$$M_{\text{ДОГ}}^{T+1} = M_{\text{ДОГ}} - M_{\text{ДОГ}}^{T+2},$$

$M^{T+1}$  – объем СМР планового (T+1) года, млн. руб.;

$M_{\text{ДОГ}}^{T+1}$  – объем заключенных договоров на выполнение СМР в плановом (T+1) году, млн. руб.;

$M_{\text{ДОГ}}^{T+2}$  – объем заключенных договоров на выполнение СМР в (T+2) году, млн. руб.;

$Z_{\text{КОН}}^{T+1}$  – объем СМР планового (T+1) года, выполняемых по ранее заключенным контрактам (КОН) в текущем году (T), млн. руб.

$M_{\text{ДОГ}}$  – объем заключенного договора (ДОГ) на выполнение СМР в плановом году, млн. руб.;

**Задача 5.** Расчет показателей использования производственных мощностей.

$$P_{\text{Ф}} = P_{\text{ФО}} * K_1 * K_2$$

$P_{\text{Ф}}$  – расчетный показатель фондоотдачи с 1 руб. стоимости производственных фондов, СМР руб./фонд. руб.;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий планируемое изменение фондоотдачи за счет организации производства;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий планируемое изменение фондоотдачи за счет механизации труда.

$$V_{\text{Ф}} = V_{\text{ФО}} * k$$

$V_{\text{Ф}}$  – расчетный показатель выработки производственного предприятия на 1 работающего, тыс. руб./чел;

$k$  – планируемый рост производительности труда.

$$M_{\text{ДОГ}} \approx Z^T$$

$$\pm \Delta M_{\text{ДОГ}} = Z^T - M_{\text{ДОГ}}$$

$$\pm \Delta \Phi = (Z^T - M_{\text{ДОГ}}) / P_{\text{Ф}}$$

$$\pm \Delta N = (Z^T - M_{\text{ДОГ}}) / 1000 V_{\text{Ф}}$$

$\Delta M_{\text{ДОГ}}$  – избыток или недостаток объема заключенных договоров на выполнение СМР, млн. руб.;

$\Delta N$  – избыток или недостаток численности рабочих, чел;

$\Delta \Phi$  – избыток или недостаток производственных фондов, млн. руб.

## 2. Планирование материально-технического обеспечения.

План материально-технического снабжения.

План поставок материальных ресурсов.

Баланс «Потребитель – источники покрытия потребности». Договора и поставки.

План комплектации.

## 3. Оперативно-диспетчерское управление.

Недельно-суточные графики выполнения работ. Их связь с календарным планированием.

Работа	Об ъ м П	Ед. изм	На ч.	Ок онч	План										Все го Ф
					Пн.		Вт.		Ср.		Чтв.		Пятн.		
					П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

1 – перечень работ, выполняемых за отчетный период (по КП);

2, 3 – плановый объем работ и их единицы измерения;

4, 5 – даты начала и окончания работ, если они не выполняются весь плановый период;

6, 8, 10, 12, 14 – плановый объем работ, расписанный по дням недели;

7, 9, 11, 13, 15 – фактически выполненный объем работ, определяемый в конце рабочего дня и вносимый в таблицу диспетчером;

16 – суммарный фактически выполненный объем работ (сумма граф 7, 9, 11, 13, 15), определяемый в конце рабочей недели и вносимый в таблицу диспетчером (является отчетным показателем).

Трехуровневое диспетчерское управление.

Трест - оперативно-диспетчерский отдел.

Управление – диспетчерский пункт.

Участок – диспетчер.

## Лекция 5. Подготовка строительного производства

4 этапа подготовки строительного производства

### 1. Общая подготовка строительного производства.

Функции заказчика.

Отвод строительной площадки

Разработка титульного списка

Открытие финансирования

Заключение договора с проектной организацией

Утверждение проекта

Заказ оборудования

Заключение договора с генподрядной организацией.

Функции проектировщика

Заключение договора на проектирование

Проведение изысканий

Определение количества стадий проектирования

Проектирование

Разработка сметы на СМР

Разработка спецификаций на приобретаемое оборудование, трубы, кабели

Разработка ПОС.

Функции генерального подрядчика (производителя работ).

Заключение договора на производство строительных работ

Определение состава строительных организаций и заключение с ними договоров



Определение состава нестандартного строительного оборудования, опалубки и выдача заданий на их изготовление.

## **2. Подготовка строительной организации.**

Функции генерального подрядчика (производителя работ).

Определение объема работ

Планирование работ

Разработка ППР

Определение потребности в кадрах, материальных ресурсах, конструкциях, механизмах, транспорте

Разработка графиков движения бригад, машин и механизмов

Заключение договоров со специализированными организациями

Размещение заказов

на изготовление конструкций, изделий и полуфабрикатов

на типовые ж/б изделия металлические, деревянные конструкции.

Функции подрядчика.

Заключение договоров

Определение объектов, объемов, сроков и стоимости работ.

## **3. Подготовка объекта к строительству.**

Функции заказчика.

Отвод территории на строительство

Проведение инженерных и экономических изысканий для инженерной подготовки к началу строительства

Функции генерального подрядчика (производителя работ).

Внешнеплощадочные работы.

Строительство магистральных работ, ЛЭП, ТО, водопровода и других сетей и источников

Строительство сооружений и устройств связи для управления строительством.

Внутриплощадочные работы.

Ограждение площадки

Геодезические работы (высотные реперы, разбиение главных осей здания)

Освоение территории, расчистка площадки

Перевоз плодородного грунта

Инженерная подготовка территории (отвод поверхностных вод)

Инженерное оборудование строительной площадки (прокладка временных инженерных коммуникаций водоснабжения и электроснабжения)

Устройство временных подъездных путей

Устройство освещения строительной площадки

Строительство временных сооружений хозяйственного и административного назначения

чения

Строительство установок производственного назначения

Строительство временных складов

Доставка и складирование строительных материалов.

## **4. Подготовка производственного процесса и бригад.**

Функции подрядчика.

Составление бригадных планов

Составление декадно (недельно) – суточных планов

Формирование бригад

Укомплектование бригад инструментом и инвентарем

Издание приказа о начале строительных работ.

## Лекция 6. Организация контроля за качеством строительства. Сдача в эксплуатацию законченных зданий и сооружений.

### 1. Понятие качества строительства.

Качество строительства – это соответствие выполненных зданий и сооружений и их частей проектным решениям, нормативам и их пригодность для удовлетворения целям их назначения.

Качество потребительское. Соответствие конечной продукции (квартиры, дома, предприятия) требованиям потребителя.

Качество производства. Соответствие продукции требованиям нормативов; соответствие требованиям проектной документации.

Качество проектирования. Соответствие технических решений проекта уровню научно-технического прогресса; степень соответствия проектно-сметной документации проектируемого объекта нормам и правилам проектирования.

### 2. Виды контроля.

Входной контроль.

Операционный контроль.

Самоконтроль.

Приемный контроль.

Инспекционный контроль.

Авторский контроль.

### 3. Организация контроля в строительной организации.

Входной контроль

Качество проекта – полнота рабочей документации.

Качество строительных материалов, конструкций, деталей – совокупность свойств, которыми обладают строительные материалы и соответствие размеров проектной документации.

Операционный контроль – осуществляется в ходе выполнения строительных работ или производственных операций и обеспечивает своевременное выявление дефектов и брака.

Контроль за выполнением технологических процессов и операций.

Контроль выполнения скрытых работ.

Приемочный контроль – проверка и оценка качества выполнения СМР.

### 4. Бальная оценка СМР.

Квалиметрия – количественная оценка уровня качества.

Существует трехбальная оценка СМР (отл 5, хор 4, уд 3).

Формула общей оценки СМР. Средневзвешенная оценка качества.

$$O_{ц} = \frac{3m_1 + 4m_2 + 5m_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$m$  – количество конструктивных элементов и видов работ выполненных с соответствующими оценками.

### 5. Технический надзор.

Технический надзор заказчика.

Авторский надзор проектной организации.

Государственный архитектурно-строительный контроль.

Санитарный надзор.

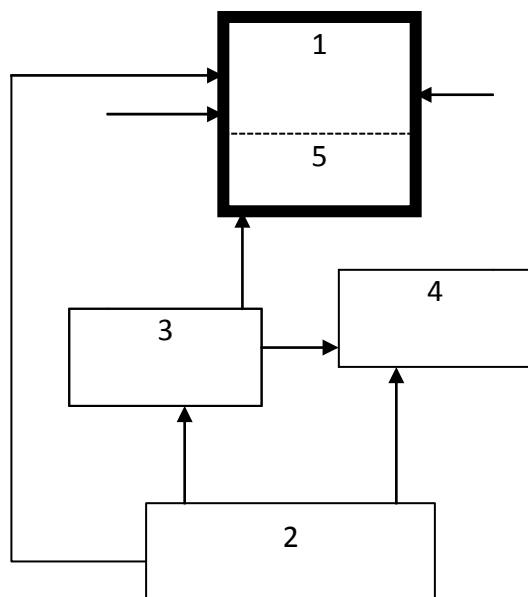
Пожарная инспекция.

## Раздел 2. ПРОМЫШЛЕННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ЗВЕНО

### Лекция 7. Структура промышленно-производственного звена.

#### 1. Организация материально-технического обеспечения.

Схема обеспечения ресурсами.



- 1 – Строительное производство;
- 2 – Обеспечивающие отрасли промышленности;
- 3 – Производственные предприятия строительных материалов;
- 4 – Производственные предприятия строительных конструкций;
- 5 – Производственные предприятия (цеха, участки) строительных предприятий.

#### 2. Предприятия.

1. Предприятия, выпускающие строительные материалы на базе других отраслей промышленности

Примеры. Металл, трубы, прокат, кровельные материалы, химия, асбест, деревообработка, провода и кабели др.

2. Предприятия, специализирующиеся на выпуске строительных материалов.

- размещенные в местах расположения источников сырья;

- предназначенные для производства продукции регионального потребления;

Примеры. Цемент, кирпич, песок, щебень, отделочные материалы, сантехника, столярные изделия и др. Бетонные и железобетонные изделия, бетон, растворы, опалубка, оконные и дверные блоки, комплекты изделий домостроения.

3. Предприятия, входящие в состав строительного-монтажных предприятий.

Примеры. Бетонные растворы, нестандартные ж/б изделия металлические и столярные изделия, оснастка.

### Лекция 8. Задача о размещении предприятий.

#### 1. Постановка задачи.

Стандартная постановка задачи о выборе места строительства нового предприятия носит название «Размещение и развитие предприятий отрасли».

Система обозначений.

$m$  – пункты, испытывающие потребность в продукте  $i$  ( $1, 2, \dots, M$ );

$l$  – пункты потенциального строительства предприятий, выпускающих продукт  $i$  ( $1, 2, L$ );

Если планируется строительство предприятия, выпускающего один продукт  $i$  (монопроводниковая задача), то этим индексом можно пренебречь, если выбирается место для комбината, выпускающего несколько продуктов, то  $i=1, 2, \dots, I$ .

$B_{im}$  – потребность в продукте  $i$  в пункте  $m$ ;

$N_{il}$  – возможный объем производства продукта  $i$  в пункте  $l$ . Обычно типовое предприятие имеет фиксированную величину производительности.

Предприятие можно построить только одно, поэтому вводится ограничение:

$$x_l = \begin{cases} 1 & \text{факт строительства в пункте } l, \\ 0 & \end{cases}$$

После ввода данного ограничения задача приобретает целочисленный характер.

$X_{lm}$  – объем перевозок продукции из пункта производства  $l$  в пункт потребления  $m$ .

Критерий оптимальности планирования:

Минимизация стоимости производства и транспортных расходов.

$$\sum_l x_l N_l (S_l EK_l) + \sum_{l,m} x_l X_{lm} C_{lm} \quad \min$$

$S_l$  – себестоимость производства в пункте  $l$ .

$E$  – нормативный коэффициент окупаемости капитальных затрат;

$K_l$  – стоимость основных производственных фондов;

$C_{lm}$  – транспортные расходы на перевозку продукции.

Система ограничений

Удовлетворение потребности в продукции.

$$\sum_l x_l X_{lm} = B_m.$$

Баланс производства и потребления продукции.

$$\sum_m x_l X_{lm} - \sum_l x_l N_l = 0.$$

Пример системы уравнений для случая  $l=3, m=3, i=1$ .

$$x_1 X_{11} + x_2 X_{21} + x_3 X_{31} = B_1, x_1$$

$$X_{12} + x_2 X_{22} + x_3 X_{32} = B_2, x_1$$

$$X_{13} + x_2 X_{23} + x_3 X_{33} = B_3, x_1$$

$$x_1 (X_{11} + X_{12} + X_{13}) = N_1, 0,$$

$$x_2 (X_{21} + X_{22} + X_{23}) = N_2, 0,$$

$$x_3 (X_{31} + X_{32} + X_{33}) = N_3, 0,$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1, \quad x = 1, \quad \text{или} \quad x = 0.$$

$$[x_1 N_1 (S_1 EK_1) + x_2 N_2 (S_2 EK_2) + x_3 N_3 (S_3 EK_3) + x_1 (X_{11} C_{11} + X_{12} C_{12} + X_{13} C_{13}) + x_2 (X_{21} C_{21} + X_{22} C_{22} + X_{23} C_{23}) + x_3 (X_{31} C_{31} + X_{32} C_{32} + X_{33} C_{33})] \min$$

### 3. Решение задач целочисленного программирования.

Специфика задач целочисленного программирования заключается в том, что переменная  $x$  принимает только дискретные значения. Допустимые дискретные значения составляют множество, которое может быть не только конечным, но даже состоять всего из двух значений 0 и 1. Иногда в связи с этим целочисленное программирование называют дискретным.

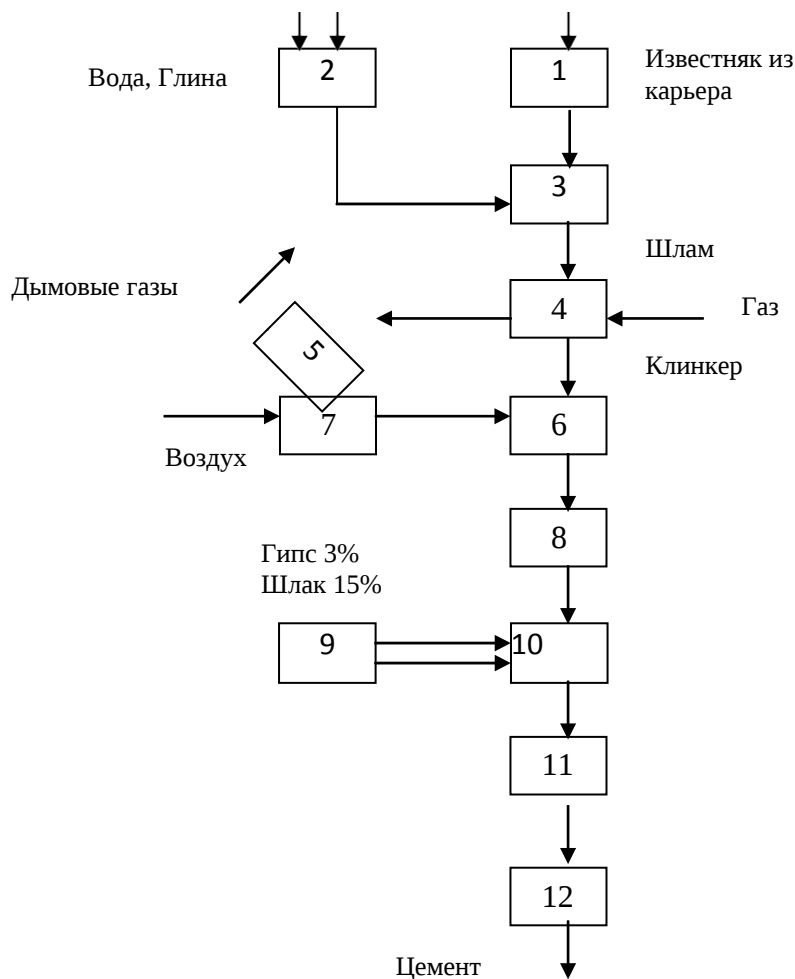
Методы решения задач целочисленного программирования не используют процедуру симплекс-метода, а достигают сокращения поиска оптимальных значений анализом исходного множества. Методы решения основаны на идее направленного перебора вариантов. Перебор осуществля-

ется с помощью комплекса правил, которые позволяют исключать подмножества вариантов, не содержащих оптимальной точки. Основное содержание правил перебора составляет метод «ветвей и границ».

## Лекция 9. Проектирование предприятий строительной индустрии.

### 1. Проектирование технологической схемы и выбор технологических агрегатов.

Пример. Производство цемента мокрым способом.



Технологическая операция	Оборудование	Параметры
1. Дробление, помол	Шаровая мельница	
2. Смешение	Глиноболтушка	
3. Приготовление влажной смеси	Шламобассейн	Влажность 35-45%
4. Спекание	Вращающаяся трубная печь L=40-150м, D=25-35м,	n=1-2об/мин, t=1450град, Q=100-1000т/сут.
5. Отсос дыма	Дымосос	
6. Охлаждение	Трубный холодильник	120-130 град
7. Нагнетание воздуха	Компрессор	
8. Дробление	Мельница	
9. Складирование добавок	Склад	
10. Помол	Дробилки	
11. Охлаждение и естественное окисление	Складские емкости	
12. Упаковка	Упаковочные машины	50-70 кг

## 2. Расчет показателей предприятия.

Производственная мощность.

Полезный фонд времени.

$$N_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}} = \frac{N_{\text{ПР}}^{\text{ГОД}}}{T_{\text{ПФ}} n t_{\text{СМ}} K_{\text{ИВ}}},$$

$$T_{\text{ПФ}} = (T_1 - (T_2 + T_3) + T_4) \frac{100 - T_5}{100}.$$

$N_{\text{ПР}}^{\text{ГОД}}$  – годовая производительность предприятия строительной индустрии, т/год;

$N_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}}$  – часовая производительность предприятия строительной индустрии, т/час;

$n$  – число рабочих смен в день, см/день;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность рабочей смены, час/смену;

$K_{\text{ИВ}}$  – коэффициент использования рабочего времени;

$T_{\text{ПФ}}$  – продолжительность фонда полезного времени предприятия; дней;

$T_1$  – число календарных дней в году, дней;

$T_2$  – число праздничных дней в году, дней;

$T_3$  – число нерабочих (выходных) дней в году, дней;

$T_4$  – число дней остановки оборудования на плановый капитальный ремонт, дней;

$T_5$  – процент рабочего времени, используемый на обслуживание и мелкий ремонт оборудования, дней.

Цикл, такт, темп производства.

Непрерывное, циклическое и периодическое производство.

Такт – промежуток времени между двумя последующими изделиями на потоке.

$T$  составляющих производственного цикла.

$$T_{\text{ЦИКЛА}} = \sum_{m=1}^7 t_m,$$

1-продолжительность технологической операции,

2-продолжительность подготовительных и заключительных

операций, 3-продолжительность контрольных операций,

4-время транспортных операций,

5-продолжительность естественных процессов (естественное охлаждение, окисление на воздухе),

6- межоперационные перерывы,

7- межсменные перерывы.

Количество технологических агрегатов.

$$N_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}} = N_{\text{ОБЩ}}^{\text{ЧАС}} K_{\text{МЕТОД}},$$

$$V_{\text{РАСЧ}} = \frac{N_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}}}{P_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}} K_{\text{ИСП}}},$$

$$P_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}} = \frac{L_{\text{ЦИКЛ}}}{T_{\text{ЦИКЛ}}},$$

$$V_{\text{ТЕХН}} = V_{\text{РАСЧ}} \cdot$$

$N_{\text{ОБЩ}}^{\text{ЧАС}}$  – общая часовая производственная мощность на расчетном этапе производства, т/час;

$K_{\text{МЕТОД}}$  – доля общей производственной мощности, выполняема заданным технологическим методом производства;

$V_{\text{РАСЧ}}$  – расчетное число технологических установок, необходимых для обеспечения заданной

производительности производства, шт.;

$B_{\text{ТЕХН}}$  – число технологических установок, включаемых в проект производства, шт.;



$N_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}}$  – часовая производительность обеспечиваемая технологическими установками с заданным технологическим методом производства, т/час;

$\Pi_{\text{ПР}}^{\text{ЧАС}}$  – часовая производительность технологической установки с заданным технологическим методом производства, т/час;

$K_{\text{ИСП}}$  – коэффициент использования производительности технологической установки;

$L_{\text{ЦИКЛ}}$  – количество продукции за технологический цикл, производимой технологической установкой, т;

$T_{\text{ЦИКЛ}}$  – продолжительность технологического цикла установки, час.

### 3. Потребность в ресурсах.

Сырье и материалы. Нормативные расчеты потребности.

$$M_j = \frac{H_{ij}}{N_i^{\text{год(месяц)}}},$$

$i$  – вид выпускаемой продукции,

$j$  – сырьевой ресурс,

$M_i$  – годовая (месячная) потребность в ресурсе  $j$ ,

$H_{ij}$  – норма расхода ресурса  $j$  для выпуска продукции  $i$ ,

$N_i$  – годовая (месячная) производительность предприятия.

$$H = P + q' + q'',$$

$P$  – полезный расход ресурса,

$q'$  – технологические отходы,

$q''$  – технолого-организационные потери.

Потребность электроэнергии

$P_{\text{ОБЩ}}$  – потребляемая мощность,

$W_{\text{ОБЩ}}^{\text{ГОД}}$  – энергия.

$$P_{\text{ОБЩ}} = \left( \frac{P_C K_C^1}{\cos} + \frac{P_T K_T^2}{\cos} \right) P_0, \quad \text{KВт},$$

$$W_{\text{ОБЩ}}^{\text{ГОД}} = P_{\text{ОБЩ}} \cdot T_{\text{ПФ}} \cdot n \cdot t_{\text{СМ}} \cdot K \quad \text{Дж}.$$

$C, T, T_0$  – индексы групп оборудования: машин, имеющих электропривод, технологических установок, использующих электроэнергию, как источник тепла и пр., осветительных устройств;

$P_{\text{ОБЩ}}$  – общая потребность электроэнергии на производственные нужды, кВт;

$P_C, P_T, P_0$  – мощность потребителей электроэнергии, кВт;

$K_C, K_T$  – коэффициенты спроса групп потребителей электроэнергии;

$\cos\phi$  – коэффициенты мощности потребителей электроэнергии;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в электрических сетях;

$W_{\text{ОБЩ}}$  – годовая потребляемая электроэнергия производственным электрооборудованием, кВт час;

$T_{\text{ПФ}}$  – общая продолжительность полезного времени в год, дней

$n$  – число смен в рабочем дне, смен/день;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность смены, час/смен;

$K$  – коэффициент учета прочих потребителей электроэнергии.

Тепло

$$Q_{\text{ОБЩ}} = (Q_{\text{ТЕХН}} + Q_{\text{ОТ}}) K_1 K_2 \quad (\text{КДж})$$

$Q_{\text{ОБЩ}}$  – общая потребность тепла;

$Q_{\text{ТЕХН}}$  – потребность тепла на технологические нужды;

$Q_{\text{ОТ}}$  – потребность тепла на отопление;

$K_1$  – коэффициент неучтенных расходов (1.1);

$K_2$  – коэффициент учета потерь тепла в сети (1.15).

$$Q_{\text{ТЕХН}} = \sum_i \frac{V_i M_i}{t_i} K_3,$$

$$Q_{\text{ОТ}} = q(t^{\text{ВН}} - t^{\text{Н}})V_3.$$

$i$  - работа, технологический процесс которой связан с потреблением тепловой энергии;  
 $V_i$  - объем  $i$ -ой работы;  
 $M_i$  - удельный расход тепла на единицу объема  $i$ -ой работы;  
 $t_i$  - продолжительность выполнения  $i$ -ой работы;  
 $K_3$  - коэффициент неравномерности выполнения работ, потребляющих тепло;  
 $q$  - удельная теплоемкость воздуха;  
 $t^{\text{ВН}}$  - комфортная температура внутри здания;  
 $t^{\text{Н}}$  - зимняя температура воздуха вне здания;  
 $V$  - объем здания по наружному обмеру

Потребность в складском хозяйстве.

Склады сырья и материалов.

Склады готовой продукции.

$$S_{\text{СКЛ}} = \sum_i \frac{M_i}{T_{\text{ПФ}}} \frac{g_{\text{ЗАП}}}{\Pi} k_1 k_2 s_i, \quad \text{м}^2.$$

$S_{\text{СКЛ}}$  – суммарная площадь склада,

$M_i$  – объем потребляемого за год ресурса  $i$ ,

$T_{\text{ПФ}}$  – полезный фонд времени,

$g_{\text{ЗАП}}$  – хранимый запас в днях,

$k_1$  – коэффициент учета неравномерности поступления материалов,

$k_2$  – коэффициент использования площади склада,

$s_i$  - площадь, необходимая для хранения единицы количества  $i$ -го материала.

#### 4. Расчет технико-экономических показателей.

Расчет себестоимости продукции

Структура себестоимости продукции

Прямые материальные расходы

Стоимость основного сырья и материалов, энергии и воды,

Стоимость вспомогательных материалов,

Стоимость упаковочных материалов

Цеховая себестоимость

Прямые материальные расходы,

Расходы на эксплуатацию оборудования,

Оплата труда,

Накладные расходы

Производственная себестоимость

Цеховая себестоимость,

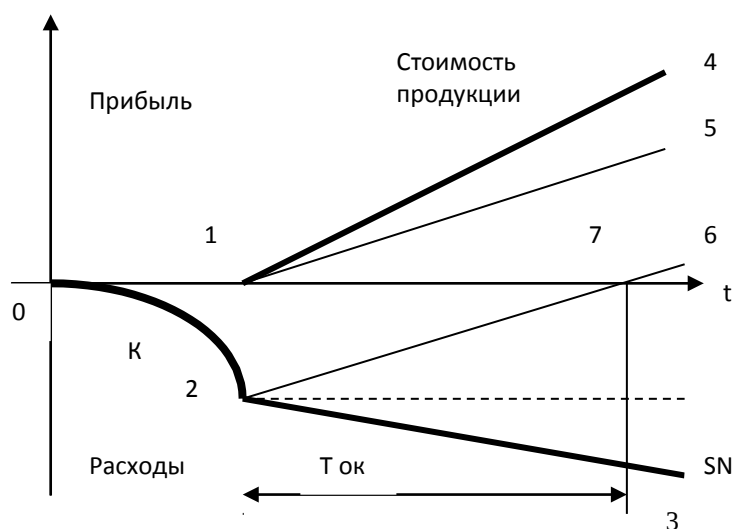
Общезаводские расходы

Полная себестоимость

Производственная себестоимость,

Внепроизводственные расходы.

Расчет срока окупаемости затрат на строительство  
График динамики процесса окупаемости



- 0 – 1 Продолжительность проектирования, строительства, монтажа оборудования.
- 0 – 2 Расходы на проектирование, строительство, приобретение, монтаж оборудования.
- 2 – 3 Расходы на производство.
- 1 – 4 Доходы от реализации продукции.
- 1 – 5 Прибыль (Доходы – Расходы в процессе производства).
- 2 – 6 Динамика процесса окупаемости (Линия параллельная 1-5).
- 1 – 7 Продолжительность окупаемости затрат.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C - S)N^{\text{год}} E\Phi_0$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Phi_0}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad T_{\text{ок}} < T_{\text{н}}$$

- $\mathcal{E}_{\text{год}}$  - годовой экономический эффект,
- $C$  - цена готовой продукции,
- $S$  - себестоимость продукции,
- $N^{\text{год}}$  - годовая производительность предприятия,
- $E$  - нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений,
- $\Phi_0$  - стоимость основных производственных фондов,
- $T_{\text{ок}}$  - срок окупаемости капитальных затрат, год,
- $T_{\text{н}}$  - нормативный срок окупаемости капитальных затрат, год.

Расчет удельных показателей

- Удельные капиталовложения
- Трудоемкость производства
- Годовая выработка на 1 работающего
- Средний расход электроэнергии
- Энерговооруженность производства
- Съем продукции с 1м<sup>2</sup> производственной площади.

$$K_{уд} = \frac{\Phi_0 N}{ГОД N},$$

$$V_{ЕДПРОД} = \frac{N^{ГОД}}{T n P_{СМ}}, \quad T_{ЕДПРОД} = \frac{1}{V_{ЕДПРОД}},$$

$$W^1 = \frac{W}{N^{ГОД}}, \quad W^2 = \frac{W}{P_{ГОД}},$$

$$СМ = \frac{N^{ГОД}}{S_{ПРПРЕД}}$$

$$I = I_{НОРМ} \cdot$$

$N^{ГОД}$  – объем годового производства предприятия, т., м<sup>3</sup>, пр.;

$\Phi_0$  – величина основных производственных фондов, млн. руб.;

$K_{уд}$  – величина удельных капиталовложений, млн. руб. /т., м<sup>3</sup>, пр.;

$V_{ЕДПРОД}$  – выработка единицы продукции, т., м<sup>3</sup>, пр./чел.;

$T_{ПФ}$  – фонд полезного времени, дней/год;

$n$  – число смен в рабочем дне, смен/день;

$P_{СМ}$  – число рабочих в смену, чел./смену;

$T_{ЕДПРОД}$  – трудоемкость продукции, чел/ т., м<sup>3</sup>, пр.;

$W^1$  – энерговооруженность производства, кВт/ т., м<sup>3</sup>, пр.;

$W^2$  – энерговооруженность труда, кВт/ чел.;

$W$  – суммарная мощность двигателей электрооборудования предприятия, кВт;

$P_{ГОД}$  – среднегодовая численность рабочих, чел.;

$СМ$  – съем продукции с 1 м<sup>2</sup> производственных площадей, т., м<sup>3</sup>, пр./м<sup>2</sup>;

$S_{ПРПРЕД}$  – площадь проектируемого предприятия, м<sup>2</sup> ;

$I$  – величина  $i$ -ого расчетного технико-экономического показателя проектируемого предприятия;

$I_{Н}$  – нормативная (или достигнутая предприятиями отрасли) величина  $i$ -ого расчетного технико-экономического показателя проектируемого предприятия.

### Раздел 3. ИНФРАСТРУКТУРНОЕ ЗВЕНО

#### Лекция 10. Складирование и хранение материалов.

##### 1. Структура предприятий материально-технического обеспечения строительства.

Предприятия строительной  
индустрии. Товарно-сырьевые биржи.

Территориально-снабженческие базы.

Специализированно-снабженческие  
базы.

Подразделения материально-технического снабжения строительных фирм.

Управления материально-технической комплектации.

Центральные базы и склады.

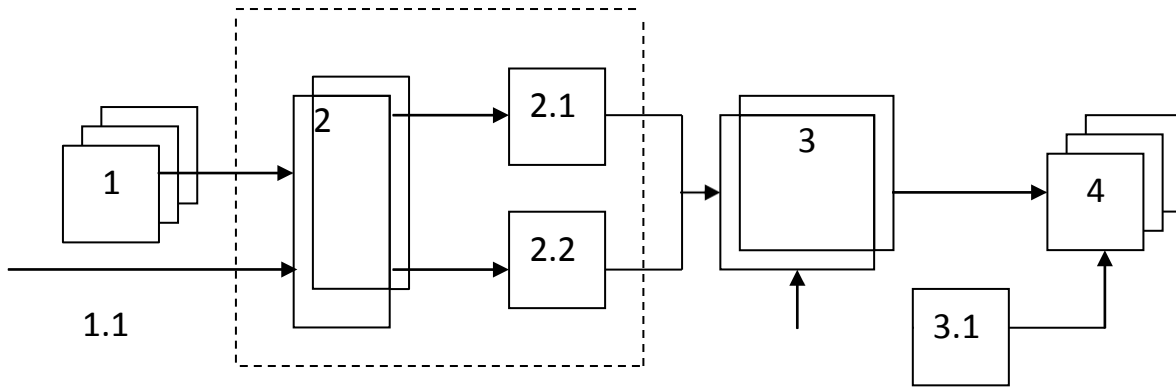
Участковые

Перевалочные

Приобъектные

Универсальные

Специализированные



1. Предприятия строительной индустрии (предприятия строительных материалов, конструкций).
- 1.1 Строительные материалы, выпускаемые общепромышленными отраслями производства.
2. Товарно-сырьевые биржи.
- 2.1. Территориально-снабженческие базы.
- 2.2. Специализированные снабженческие базы.
3. Подразделения материально-технического снабжения строительных фирм.
- 3.1. Управления материально-технической комплектации.
4. Внутриплощадочные склады.

## 2. Расчет величины запасов и площадей складов.

- Текущий запас.
- Страховой запас.
- Сезонный запас.
- Подготовительный запас.

Единицы измерения запасов.

Расчет площадей складов.

Нормы хранения материалов на 1 м<sup>2</sup> площади склада.

Коэффициенты использования складских площадей.

## 3. Система управления МТС.

Контракты на поставку материалов.

Контракты на получение материалов от производителей.

Учет движения материалов на складе.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 1- складуемый материал,
- 2- код материала по ОКП,
- 3- поставщик,
- 4- единица измерения материала, 5- дата,
- 6- величина поступления материала,
- 7- величина расхода материала,
- 8- остаток (запас),
- 9- цена,
- 10- стоимость.

Учет движения материалов на складе в стоимостном выражении.

Этот вид учета связан с тем, что возможны поставки одного и того же материала от разных поставщиков и по разной цене.

## Лекция 11. Прикрепление поставщиков к потребителям.

### 1. Постановка задачи.

Система обозначений.

$m$  – потребители продукта  $i$  ( $1, 2, \dots, M$ );

$l$  – предприятия-поставщики, выпускающих продукт  $i$  ( $1, 2, L$ );

Если планируется потребление одного продукта  $i$  (монопродуктовая задача), то этим индексом можно пренебречь, если поставщики предлагают несколько продуктов, которые необходимы потребителям, то  $i=1, 2, \dots, I$ .

$B_{im}$  – потребность в продукте  $i$  в пункте  $m$ ;

$N_{il}$  – объем производства продукта  $i$  в пункте  $l$ .

$X_{ilm}$  – поставка  $i$ -ого вида продукции из пункта производства  $l$  в пункт потребления  $m$ .

Критерий оптимальности. Минимизация суммы расходов, состоящих из стоимости приобретаемой продукции и транспортных расходов.

$$\sum_{ilm} (C_{il} + h_{ilm}) X_{ilm} \min$$

$C_{il}$  – цена  $i$ -ого продукта у  $l$ -ого поставщика;

$h_{ilm}$  – стоимость перевозки единицы количества  $i$ -ого продукта от  $l$ -ого поставщика к  $m$ -ому потребителю.

Система ограничений

Удовлетворение потребностей. Потребность удовлетворяется суммой поставок от многих поставщиков.

$$\sum_l X_{ilm} = P_{im}.$$

$P_{im}$  – потребность в продукте  $i$  потребителя  $m$ .

Загрузка производственных мощностей производителей. Сумма поставок не может превышать величину производственных мощностей поставщиков.

$$\sum_m X_{ilm} \leq B_{il}.$$

$B_{il}$  – производственная мощность предприятия  $l$  при производстве продукта  $i$ .

### 2. Пример системы уравнений для случая 2 поставщика ( $l=2$ ), 3 потребителя ( $m=3$ ), 2 поставляемых продукта ( $i=2$ ).

$$[(C_{11} + h_{111})X_{111} + (C_{11} + h_{112})X_{112} + (C_{11} + h_{113})X_{113} + (C_{12} + h_{121})X_{121} + (C_{12} + h_{122})X_{122} + (C_{12} + h_{123})X_{123} + (C_{21} + h_{211})X_{211} + (C_{21} + h_{212})X_{212} + (C_{21} + h_{213})X_{213} + (C_{22} + h_{221})X_{221} + (C_{22} + h_{222})X_{222} + (C_{22} + h_{223})X_{223}] \rightarrow \min.$$

Число слагаемых в критерии оптимальности равно  $I \cdot L \cdot M = 2 \cdot 2 \cdot 3 = 12$ .

$X_{223}$  – величина поставки 2-го продукта от 2-го поставщика 3-ему потребителю;

$C_{22}$  – цена 2-го продукта у 2-го поставщика;

$h_{223}$  – транспортные расходы при перевозке 2-го продукта от 2-го поставщика 3-ему потребителю

$$X_{111} + X_{121} + X_{131} = P_{11},$$

$$X_{112} + X_{122} + X_{132} = P_{12},$$

$$X_{113} + X_{123} + X_{133} = P_{13},$$

$$X_{211} + X_{221} + X_{231} = P_{21},$$

$$X_{212} + X_{222} + X_{232} = P_{22},$$

$$X_{213} + X_{223} + X_{233} = P_{23}.$$

Число уравнений ограничений данного вида равно  $I \cdot M = 2 \cdot 3 = 6$ .

$P_{23}$  - потребность во 2-ом продукте 3-его потребителя.

$$X_{111} + X_{112} + X_{113} \leq B_{11},$$

$$X_{121} + X_{122} + X_{123} \leq B_{12},$$

$$X_{211} + X_{212} + X_{213} \leq B_{21},$$

$$X_{221} + X_{222} + X_{223} \leq B_{22},$$

Число уравнений ограничений данного вида равно  $I \cdot L = 2 \cdot 2 = 4$ .

$B_{22}$  - производственная мощность по 2-ому продукту 2-ого поставщика.

### 3. Решение транспортных задач.

Транспортная задача относится к классу задач линейного программирования, которые удобно решать симплекс методом – специальным методом оптимального перебора. Он заключается в последовательном переходе от одной вершины области допустимых значений к другой, соседней, в которой значение функции цели (критерия оптимальности) лучше, чем в исходной точке. Движение происходит по периметру контура двумерной области или в случае более двух переменных по ребрам многомерного многогранника.

Доказано, что экстремум в задачах линейного программирования – единственный, т.е. локальный экстремум одновременно является и глобальным и достигается на границе области допустимых значений в вершине.

## Лекция 12. Управление запасами.

### 1. Постановка задачи.

Управление запасами материалов на складах строительной организации имеет одну существенную особенность, которая заключается в том, что на последнем интервале строительства остаток материалов должен быть равен нулю. Вывоз остатков, а тем более их уничтожение не предполагается.

Обозначения:

$t$  – отрезок времени;

$x_t$  – поступление на базу;

$y_t$  – уровень запасов на конец отрезка времени  $t$ ;

$d_t$  – поставка МТР.

Критерий оптимизации:

$\sum C_t(x_t, y_t) \rightarrow \min$  Суммарные затраты на всех отрезках времени  $t$  должны быть минимальны.

$C_t = c(x_t) + h(y_t)$  Стоимость приобретения и затраты на хранение.

Ограничения:

Все значения неотрицательные числа.

Все  $d_t$  известны (известен план поставок).

Известно число интервалов  $t=n$ .

Целочисленность объемов приобретения  $x_t=0, 1, \dots, N$ .

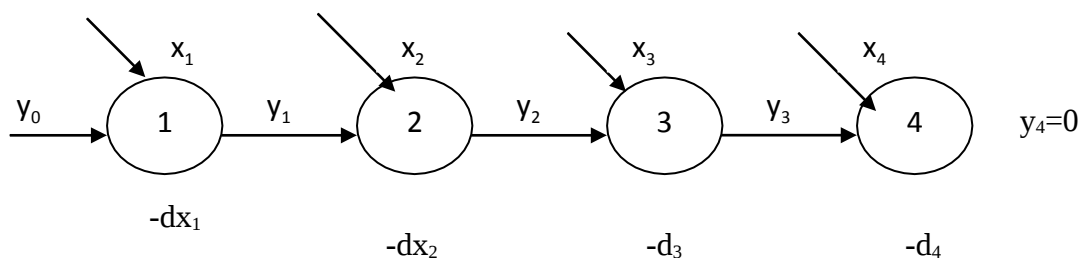
**Нулевой уровень запасов на конец отрезка  $n$ ,  $y_n=0$ .**

Баланс поступления и расхода МТР  $y_t = y_{(t-1)} + x_t - d_t$

$y_{(t-1)} - y_t + x_t = d_t$ .



## 2. Решение задачи



Схема, отражающая движение запасов

Динамическое программирование (Беллман Р., 1950 г.) – раздел математики, занимающийся вопросами оптимального многошагового управления. Многошаговость управления означает, что оно разбивается на ряд последовательных шагов, соответствующих различным моментам времени. Трудность решения задач многошагового управления определяется тем, что в них требуется определять большое число взаимосвязанных параметров. Поэтому усилия направлены на то, чтобы свести одну сложную задачу к большому числу значительно более простых задач на экстремум.

В общем случае принцип оптимальности может быть сформулирован следующим образом: если управление процессом является оптимальным, то оно будет оптимальным и для первого шага. Результат управления процессом на первом шаге будет начальным состоянием оставшегося процесса. Экстремальная траектория представляет, как бы единую цепь, каждый участок которой является также экстремалью.

Функциональное уравнение Беллмана представляет собой формальную запись принципа оптимальности, состоящего в поэтапном определении оптимального управления: вначале ищется минимум на конечном участке, на двух конечных участках, на всей траектории. Функциональное уравнение дает рекуррентное соотношение для решения оптимальной задачи численными методами.

Пусть

$f_n(y)$  – затраты, отвечающие стратегии минимизации затрат на  $n$  оставшихся отрезках при начальном уровне запасов  $y$ .

$x_n(y)$  – закупки, обеспечивающие достижение  $f_n(y)$ .

$n=0$   $f_0(0) = 0$ . Затраты на 0-ом интервале равны

$0. n=1$   $f_1 = C_1(d_1 - y, 0)$ .  $y = 0, 1, \dots, d_1$ .

Запасы  $y$  – любые, но не более  $d_1$ .

Затраты на приобретение  $d_1 - y$  и хранение (0)

$n=2$   $f_2 = C_2(x, y+x-d_2) + f_1(y+x-d_2)$

Затраты на 2 интервала – сумма затрат на 2-ом и 1-ом интервалах

$y+x-d_2$  уровень запасов на конец отрезка времени 2.

$y = 0, 1, \dots, d_1+d_2$  запас не выше расхода на 2 интервала

$d_2 - y \leq x \leq d_1 + d_2 - y$  приобрести не более, чем расход на 2 интервале минус запас и не менее, чем общий расход минус запас.

$f_2(y) = \min [C_2(x, y+x-d_2) + f_1(y+x-d_2)]$

$n=3$  Аналогичная логика

Рекуррентный алгоритм

$f_n(y) = \min [C_n(x, y+x-d_n) + f_{(n-1)}(y+x-d_n)]$  на все  $n-1$  интервалов

$n=1, 2, \dots, N$

$y = 0, 1, \dots, d_1+d_2+\dots+d_n$

$$d_n - y \leq x \leq d_1 + d_2 + \dots + d_n - y$$

### Лекция 13. Управление запасами. Пример.

#### 1. Постановка задачи.

Построить систему оптимального управления запасами склада.

Заданы:

Спрос постоянен  $d_t=3$

Максимальный запас  $y \leq 4$  (ограничение емкости склада)

Величина закупки  $x \leq 5$  (ограничение платежеспособности)

Расчет затрат при различных объемах закупок.

Затраты  $C_t(x_t, y_t) = c(x_t) + h y_t$   $h=1$  Затраты на хранение

Производственные расходы на складе – 13, Цена единицы ресурса – 2.

$C(0)=0$ .  $C(1)=13+2*1=15$ .  $C(2)=13+2*2=17$ .  $C(3)=19$ .  $C(4)=21$ .  $C(5)=23$ .

#### 2. Вывод многошагового алгоритма.

$n=1$ .  $f_1=c(3-y)$   $x_1(y)=3-y$   $y=0,1,2,3$

$f_n(y)=\min[c(x) + 1(y+x-3) + f_{(n-1)}(y+x-3)]$

$y=0,2,3,4$   $3-y \leq x \leq \min(5, (4+3-y))$

#### 3. Расчет затрат на 1-ом, 2-ух, 3-х и т.д. шагах планирования.

$n=1$   $f_1(y)=c(3-y)$

Y (начальный Запас)	X1(y) (приобретение)	F1(y) (затраты)
0	3	19
1	2	17
2	1	15
3	0	0

$n=2$   $c(x)+1(y+x-3) + f_1(y+x-3)$

Y	X	0	1	2	3	4	5	X2(y)	F2(y)
0					19,0,19	21,1,17	23,2,15	3	38
1				17,0,19	19,1,17	21,2,15	23,3,0	5	26
2			15,0,19	17,1,17	19,2,15	21,3,0		4	24
3		0,0,19	15,1,17	17,2,15	19,3,0			0	19
4		0,1,17	15,2,15	17,3,0				0	18

Приобретение, хранение, предшествующий шаг

Сочетание  $y=1, x \geq 2$ , т.к.  $x=0, x=1$  – запрещено  $y+x < d$

$Y=0, x=3$   $c(x)=c(3)=19$  – закупка  
 $1(y+x-3)=1(0+3-3)=0$  – хранение  
 $f_1(y+x-3)=f_1(0+3-3)=f_1(0)=19$  – предыдущая табл.

$Y=1, x=2$   $c(x)=c(2)=17$  – закупка  
 $1(y+x-3)=1(1+2-3)=0$  – хранение  
 $f_1(y+x-3)=f_1(1+2-3)=f_1(0)=19$  – предыдущая табл.

$Y=0, x=4$   $c(x)=c(4)=21$  – закупка  
 $1(y+x-3)=1(0+4-3)=1$  – хранение  
 $f_1(y+x-3)=f_1(0+4-3)=f_1(1)=17$  – предыдущая табл.  $\{21+1+17=39\}$

$Y=0, x=5$       $c(x)=c(5)=23$  – закупка  
 $1(y+x-3)=1(0+5-3)=2$  – хранение  
 $f1(y+x-3)=f(0+5-3)=f1(2)=15$  – предыдущая табл. {23+2+15=40}

$n=3$       $c(x)+1(y+x-3) + f2(y+x-3)$

Y	X	0	1	2	3	4	5	X3(y)	F3(y)
0					19,38	22,26	25,24	4	48
1				17,38	20,26	23,24	26,19	5	45
2			15,38	18,26	21,24	24,19	27,18	4	43
3		0,38	16,26	19,24	22,19	25,18		0	38
4		1,26	17,24	20,19	23,18			0	27

Остатки больше 4

$n=4$       $c(x)+1(y+x-3) + f3(y+x-3)$

Y	X	0	1	2	3	4	5	X3(y)	F3(y)
0					19,48	22,45	25,43	3,4	67
1				17,48	20,45	23,43	26,38	5	64
2			15,48	18,45	21,43	24,38	27,27	5	54
3		0,48	16,45	19,43	22,38	25,27		0	48
4		1,45	17,43	20,38	23,27			0	46

Остатки больше 4

#### 4. План управления запасами.

Y	n=1		n=2		n=3		n=4		n=5		n=6	
	x1	f1	x2	f2	x3	f3	x4	f4	x5	f5	x6	f6
0	3	19	3	38	4	48	3,4	67	5	79	4	96
1	2	17	5	26	5	45	5	64	5	74	5	93
2	1	15	4	24	4	43	5	54	4	72	4	91
3	0	0	0	19	0	38	0	48	0	67	0	79
4			0	18	0	27	0	46	0	65	0	75

Длительность	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Сумма затрат	Средние затраты
1	3						19	19
2	3	3					38	19
3	4	5	0				48	16
4	3	4	5	0			67	16.75
	4	5	0	3				
5	5	5	0	5	0		79	15.8
6	4	5	0	4	5	0	96	16

## Лекция 14. Производственно-техническая комплектация.

### 1. Комплектация строительных конструкций, изделий и материалов.

**Технологический комплект (ТК).** Технологический комплект состоит из строительных конструкций, изделий, материалов, полуфабрикатов, необходимых и достаточных для выполнения определенного комплекса работ.

**Принцип конструктивности строительства** обозначает, что технологические комплекты должны формироваться таким образом, чтобы составляющие их совокупность конструкций для обеспечения пространственной устойчивости здания и сооружения.

**Принцип технологичности строительства** состоит в том, что соответствующие материальные ресурсы по количеству и номенклатуре, типоразмерам должны обеспечивать непрерывность ведения работ в точном соответствии с решениями, принятыми в технологической карте, схеме и документах ППР.

**Монтажный комплект (МК).** Монтажный комплект – часть технологического комплекта МТР, состоящая из сборных строительных конструкций, изделий, деталей, необходимых для сборки статически устойчивого монтажного узла здания, сооружения.

**Поставочный комплект (ПК).** Поставочный комплект – часть технологического комплекта МТР, поставляемый на строительный объект от одного поставщика (завода, базы, склада) в соответствии с технологией и сроками выполнения работ.

**Рейсовый комплект (РК).** Рейсовый комплект – часть поставочного и монтажного комплекта, доставляемый одним рейсом на одном транспортном средстве. Совокупность рейсовых комплектов образует поставочный комплект, а сумма поставочных комплектов – технологический комплект.

*МТР ТК, ТК МК, ТК ПР, ПК РК.*

### 2. Организационно-технологическая документация и базы данных производственно-технической комплектации.

Комплектовочно-технологические ведомости.

1.	2.	3.	4.	5.	6.									
					7.									
					8.									
					9.									
					10.	11.								

1. Код материально-технического ресурса (МТР).
2. Наименование МТР.
3. Марка, ГОСТ, чертеж МТР.
4. Единица измерения.
5. Потребность на объект.
6. Количество МТР по технологическим комплектам (ТК).
7. Номер ТК.
8. Порядковые дни поставок (ПК) по календарному плану (КП).
9. День поставок.
10. План.
11. Факт.

## Графики комплектации.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.

1. Дни поставки по плану.
2. Код поставочного комплекта (ПК).
3. Наименование МТР.
4. Единицы измерения.
5. Количество ресурсов в составе ПК.
6. Тип контейнера, тары.
7. Масса брутто.
8. Тип автотранспорта.
9. Количество рейсов.

## Транспортно-комплектующие графики.

1.

2.	3.	4.	5.	6.	7.		10.	11.
					8.	9.		

1. Технологический комплект (этаж, пролет, захватка).
2. День поставки по плану.
3. Смена.
4. Номер рейса.
5. Код монтажного комплекта.
6. Наименование МТР.
7. Количество.
8. В монтаж.
9. На склад.
10. Масса в тоннах.
11. Тип автотранспорта.

### **3. Цеха и участки производственно-технической комплектации.**

Железобетонных изделий.

Металлоизделий.

Столярных изделий.

Отделочных материалов.

Изоляционных изделий.

Санитарно-технических и электротехнических изделий и оборудования.

## **Лекция 15. Проектирование парка строительных машин.**

### **1. Классификация строительных машин.**

Грузоподъемные машины

Транспортирующие и погрузочно-разгрузочные машины.

Машины для земляных работ

Машины для подготовки земляных работ

Машины для отделения грунта от массива

Машины для перемещения грунта

Машины для отсыпки грунта

Машины для уплотнения грунта

- Машины для подъемно-транспортных работ
  - Строительные подъемники
  - Строительные краны
  - Самоходные краны
  - Вспомогательные грузоподъемные машины
- Транспортирующие и погрузочно-разгрузочные машины
  - Грузовые автомобили
  - Тракторы
  - Специальные транспортные средства
  - Конвейеры
  - Пневматический транспорт
- Машины для буровых работ.
- Машины для свайных работ.
  - Бурильные машины
  - Забивные машины
- Машины для каменных работ.
  - Машины для дробления каменных материалов
  - Машины для сортировки каменных материалов
  - Машины для мойки каменных материалов
- Машины и оборудование для бетонных и железобетонных работ.
  - Машины для приготовления бетонов и растворов
  - Машины для транспортировки бетонов и растворов
  - Машины для уплотнения бетонных смесей
  - Бетоно- и растворонасосы
- Машины для отделочных работ.
  - Машины для штукатурных работ
    - Агрегаты для приготовления и нанесения смеси Штукатурно-затирачные машины
  - Машины для малярных работ
    - Машины для шпатлевки и шлифовки
    - Малярные станции
    - Краскопульты
    - Красконагнетательные баки
  - Машины для устройства полов
    - Цементных
      - Машины для приготовления растворов
      - Оборудование для вакуумирования бетона
      - Шлифовальная машина
      - Устройство для резки плиток
    - Рулонных
      - Устройство для нанесения мастики
      - Машина для прирезки линолеума
      - Машина для сварки линолеума
    - Паркетных
      - Машина для нанесения битума
      - Станок паркетчика для острожки пола
      - Машина полотера
  - Машины для устройства кровель
    - Устройство для приготовления паст и мастик
    - Устройство для нанесения паст и мастик
    - Устройство для наклеивания рулонных материалов
    - Устройство для перемотки и очистки рулонных материалов
- Ручные машины для механических работ (механизированный инструмент).
  - Машины для образования отверстий
    - Ручные сверлильные машины (электрические и пневматические)
  - Машины для крепления и сборки конструкций
    - Резьбонарезающие машины
    - Резьбозавертывающие машины
    - Гайковерты
  - Машины для разрушения покрытий
    - Молоты
    - Бетоноломы

Пневматические пробойники  
Машины для шлифования и резки

Рубанки  
Пилы  
Шлифовальные круги.

## 2. Комплекты машин для комплексной механизации строительных работ.

Вертикальная планировка площадок.  
Разработка котлованов.  
Разработка траншей.  
Устройство свайных полей.  
Производство бетонных и железобетонных работ.  
Монтаж конструкций зданий.  
Штукатурные работы.  
Малярные работы.  
Устройство паркетных и дощатых полов.  
Устройство цементных, мозаичных и плиточных полов.  
Устройство полов из плиточных и рулонных синтетических материалов.  
Устройство рулонных и безрулонных мастичных кровель и гидроизоляции.

## 3. Расчет потребности в строительных машинах.

Производительность строительных машин.

Теоретическая производительность

$$P_o = \frac{Q}{t_{ц}}, \quad P_o = v * F.$$

$P_o$  – теоретическая производительность строительной машины;

$Q$  – количество продукции, полученное за технологический цикл работы машины (для экскаватора –  $m^3$ );

$t_{ц}$  – продолжительность технологического цикла, мин;

$v$  – скорость перемещения рабочего органа, м/мин;

$F$  – количество материала, перемещаемого единицей длины рабочего органа (для скрепера –  $m^2$ ).

Техническая производительность

$$P_T = P_o * K_{усл},$$

$P_o$  – техническая производительность строительной машины;

$K_{усл}$  – коэффициент влияния на производительность технической оснастки, сменного обслуживания.

Эксплуатационная производительность.

$$P_{э} = P_T * K_{см},$$

$P_{э}$  – эксплуатационная производительность строительной машины;

$K_{см}$  – коэффициент использования внутрисменного времени (потери времени на инструктаж и выдачу сменного задания, плановый отдых внутри смены и пр.).

Потребность в строительных машинах.

$$M = \frac{V_{общ} * u}{100 P_T K_{см} T_{раб} T_{д}} \quad шт / смену ,$$

$V_{общ}$  – общий объем работ в физических единицах,

$u$  – доля работ, выполняемая машинами типа, для которых выполняется расчет, в процентах,

$T_{раб}$  – рабочее время машины в смену,

$T_{д}$  – директивный срок выполнения работы.

Технологические комплексы. Выбор и комплектование машин для комплексной механизации строительства.



Основным источником повышения роста производительности труда и снижения стоимости строительства является применение комплектов машин, обеспечивающих комплексную механизацию строительно-монтажных работ. Комплексной механизацией принято называть интенсивный способ производства этих работ, при котором все технологические процессы и операции выполняются от начала и до окончания машинами и средствами малой механизации, увязанными между собой по основным параметрам качества (вместимости ковша, грузоподъемности, производительности и др.).

Только по общестроительным работам номенклатура технологических процессов включает более 4 тыс. операций. Для их выполнения используется свыше 900 типоразмеров средств механизации (машин, транспортных средств, ручных машин), а с учетом исполнений одного и того же типоразмера номенклатура используемых средств механизации приближается к 2000.

Процессы в строительстве, поддающиеся комплексной механизации, различают основные, вспомогательные и совмещаемые. При комплексной механизации ручной труд на строительной площадке допускают лишь на тех технологических операциях, для выполнения которых еще не созданы или отсутствуют нужные машины, не определены и не реализованы возможности переноса строительных процессов в заводские условия.

По степени сложности механизуемых технологических процессов различают комплексную механизацию отдельных видов строительно-монтажных работ (земляных, бетонных, монтажных и т. д.), комплексную механизацию возведения какой-либо части или модуля объекта, комплексную механизацию возведения здания (сооружения) в целом.

Однако независимо от отдельных видов строительно-монтажных работ первичным звеном всегда является комплексная механизация конкретных технологических операций и процессов, выполняемых в определенной последовательности.

Комплексная механизация осуществляется, как правило, с помощью комплектов строительной техники, которые становятся основной структурной единицей машинных парков строительно-монтажных предприятий.

По сравнению с другими способами комплексная механизация обеспечивает соблюдение требований технологии строительства, наиболее высокие технико-экономические показатели использования машин. Недооценка комплексной механизации обуславливает неполное использование систем машин, сужение области эффективного применения строительной техники, что может привести к излишним затратам на механизацию, снижению фондоотдачи в строительстве.

Все многообразие схем комплексной механизации в строительстве по виду выполняемых машинами работ можно объединить в четыре прогрессивных направления по типу объектов:

- 1) однородные и сосредоточенные работы большого объема на крупных промышленных объектах;
- 2) однородные, многократно повторяющиеся работы на объектах индустриально-мобильного строительства;
- 3) разнородные работы: малого объема, в том числе при реконструкции промышленных предприятий;
- 4) вспомогательные разнородные процессы индустриальных строительно-монтажных работ, выполняемые средствами малой механизации.

Способы комплексной механизации, виды механизуемых работ конкретных объектов регламентируются схемами комплексной механизации и технологическими картами.

Кроме правильного выбора способов производства работ, состава комплектов машин для реализации интенсивного метода комплексной механизации, предусматривают: достаточность на объем работ и бесперебойную работу основной и вспомогательной техники; использование персонала механизаторов из квалифицированных кадров машинистов и инженерно-технических работников; своевременное предоставление фронта работ и ресурсообеспечение; оперативность управления комплексной механизацией; перевод подразделений механизации, персонала комплектов машин, ремонтных участков на новый хозяйственный механизм работы.

При выборе комплектов машин из типоразмеров, имеющих различные эксплуатационные качества, но одинаковые технические границы применения, определяющим является сопоставление их технико-экономических показателей по величине приведенных затрат или отдельным ее

составляющим. Процедура определения и сопоставления технико-экономических показателей с достаточной простотой и точностью выполняется при ограниченном количестве типоразмеров, из которых выбирается машина для конкретного объекта.

Комплект машин представляет собой совокупность согласованно работающих и взаимно увязанных по технологическим параметрам средств механизации, необходимых для выполнения технологически связанных операций, процессов и видов работ. Сложные комплекты машин, в свою очередь, состоят из нескольких входящих в них более простых комплектов, предназначенных для выполнения отдельных операций и процессов.

В состав формируемых комплектов входят ведущие, вспомогательные и резервные машины. Ведущие машины выполняют основные взаимосвязанные технологические процессы в требуемом объеме, в установленные сроки и с заданной интенсивностью. Вспомогательные машины способствуют выполнению ведущими машинами объемов работ. Резервные машины находятся в парке строительно-монтажных предприятий и предназначены для обеспечения устойчивой и бесперебойной работы схемы комплексной механизации на объекте.

Ведущие машины в схемах комплексной механизации могут работать в потоке последовательно, параллельно и комбинированно. При последовательном варианте непредвиденная остановка одной машины вызывает простой всего комплекта, производительность комплекта определяется минимальной мощностью одной из машин, поэтому ведущая машина должна определять общую производительность комплекта и оказывать влияние на выбор типов и типоразмеров вспомогательных средств механизации.

В параллельной схеме комплексной механизации отдельные машины комплекта работают независимо друг от друга. Производительность комплекта равна сумме производительностей отдельных машин, в связи с чем простой комплекта в целом может быть лишь в случае остановки всех машин одновременно.

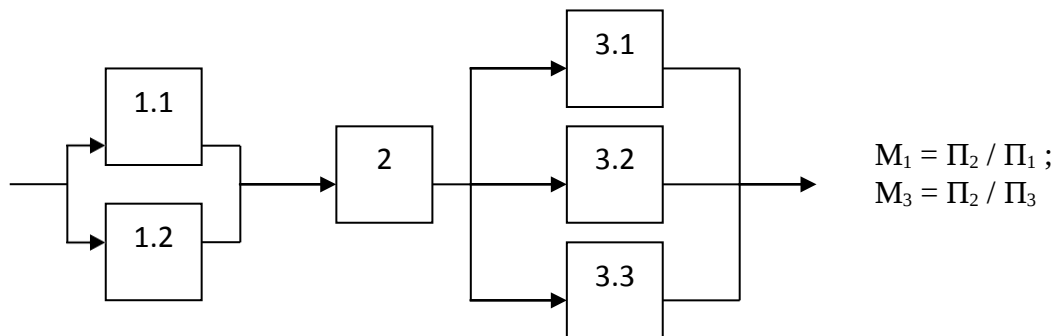
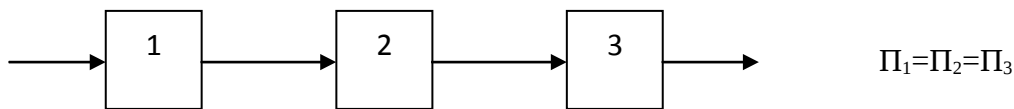
В обоих вариантах вспомогательные машины могут образовывать последовательный и параллельный потоки, использоваться непрерывно и периодически.

Выбор состава комплектов машин осуществляется в три этапа.

На первом этапе в зависимости от технологической характеристики строительного процесса (применительно к виду работ, объемно-планировочному модулю возводимого здания или сооружения) и технологии работ определяют схему комплексной механизации, основные параметры ведущих машин, ряд их типоразмеров.

На втором этапе из числа отобранных вариантов производится определение оптимального состава комплекта машин на основании сравнительной технико-экономической оценки по областям эффективного применения.

На третьей этапе из единой номенклатуры средств малой механизации, применяемых в строительстве формируются технологические (нормо) комплекты оснащения бригад строительной площадки. Увязанные между собой по параметрам и производительности средства малой механизации образуют технологический комплект, исходя из необходимости выполнения с его помощью членами бригады всех встречающихся операций и процессов по отдельным видам работ. Такой комплект рассчитан на определенный численно-квалификационный состав бригады, выполняющий на строительной площадке операции и процессы в соответствии с прогрессивной технологией и совершенной организацией труда, предусмотренными в технологических картах и картах трудовых процессов.



$P_K, P_A,$

Последовательная схема :  $\frac{P_A}{m} P_{B1} P_{B2} P_{B3},$

Параллельная схема :  $P_A \frac{P_{Bi}}{i},$

$m \frac{P_A}{P_B},$

Смешанная схема :  $P_{B1} P_A \frac{P_{Bi}}{i} P_{B3} P_{B4},$  (схема : Б1 А тБ 2 Б3 Б4).

#### Формирование эксплуатационных комплектов строительных машин.

А – индекс ведущей машины комплекта;

Б – индекс вспомогательной машины комплекта;

$P_K$  – производительность комплекта, т, м<sup>3</sup>/смену;

$P_A$  – производительность ведущей машины комплекта, т, м<sup>3</sup>/смену;

$P_B$  – производительность вспомогательной машины комплекта, т, м<sup>3</sup>/смену;

$P_{Bi}$  – производительность i-ой параллельно работающей вспомогательной машины комплекта, т, м<sup>3</sup>/смену;

m – число параллельно работающих вспомогательных машин комплекта.

#### 4. Три формы организации эксплуатации строительных машин.

1. Строительные машины находятся на балансе строительных управлений (строительно-монтажных участков). По заявке линейных работников служба главного механика выделяет машины на строительные объекты. Бухгалтерия относит стоимость эксплуатации на себестоимость строящихся объектов. Расчеты ведутся по объемам физически выполненных работ.
2. Строительные машины находятся в составе и на балансе управлений механизации строительных трестов. Строительные управления получают машины на условиях аренды и подряда. Расчеты по расчетным ценам обеспечивают квалифицированное обслуживание техники.
3. Строительные машины находятся на балансе самостоятельных трестов строительной механизации. Строительные организации арендуют строительные машины. При аренде расчеты выполняются за фактически отработанное время.

Средства малой механизации находятся на балансе строительных участков.

#### 5. Формирование парка машин.

Виды и основные характеристики строительных машин и средств механизации устанавливаются в соответствии ПОС и ППР, исходя из следующих условий:

- 1) объемно-планировочных и конструктивных решений строительного объекта;

- 2) объемов работ, условий производства и технологии строительства;
- 3) условий строительной площадки;
- 4) особенности использования материально-технических ресурсов;
- 5) наличия машин и средств механизации на балансе управления, участка или обеспечивающих трестов механизации.

## 6. Техничко-экономические показатели механизации работ.

Приведенные затраты (ПЗ).

$$ПЗ = C_{Мч} t_{МС} T_{МС} + E_H \frac{K}{T_{СТ}} T_{МС},$$

$C_{Мч}$  – себестоимость машино-часа работы машины;

$t_{МС}$  – продолжительность работы смены;

$T_{МС}$  – число рабочих машино-смен;

$E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений;

$K$  – инвентарная стоимость машины;

$T_{СТ}$  – нормативное число рабочих смен машины в году.

Срок окупаемости машины.

$$t_{ОК} = \frac{K}{\Delta} = \frac{K}{\Delta_{до} - \Delta_{после}},$$

$t_{ОК}$  – срок окупаемости строительной машины;

$\Delta$  – годовая экономия от внедрения строительной машины;

$\Delta_{до}$ ,  $\Delta_{после}$  – затраты связанные эксплуатацией строительной техники до и после внедрения строительной машины.

Затраты на эксплуатацию.

Единовременные затраты ( $\Delta_{ЕД}$ ) – доставка машины на строительную площадку, монтаж, демонтаж, возведение вспомогательных сооружений.

Годовые затраты ( $\Delta_{ГОД}$ ) – содержание ремонтной базы, капитальный ремонт, амортизация.

Текущие затраты ( $\Delta_{МЕС}$ ) – зарплата обслуживающего персонала, электроэнергия, топливо, смазочные материалы, текущий ремонт, техническое обслуживание, стоимость сменной оснастки.

$$C_{Мч} = \frac{\Delta_{ЕД}}{T_{ОБ}} + \frac{\Delta_{ГОД}}{T_{ГОД}} + \frac{\Delta_{МЕС}}{T_{МЕС}},$$

$T_{ОБ}$ ,  $T_{ГОД}$ ,  $T_{МЕС}$  – время работы на объекте, время работы в течение года, время работы в течение месяца, час.

Выработка на одного работающего ( $B$ ).

$$B = \frac{П_{\Delta}}{n}$$

$П_{\Delta}$  – эксплуатационная производительность;

$n$  – число обслуживающих машину рабочих.

Уровень механизации.

$$K_{МEX} = \frac{V_{МEX}}{V} \% , \quad K_{КМEX} = \frac{V_{КМEX}}{V_{МEX}},$$

$K_{МEX}$  – уровень механизации;

$K_{КМEX}$  – уровень комплексной механизации;

$V$  – общий объем работ;

$V_{МEX}$  – объем механизированных работ;

$V_{КМEX}$  – объем комплексно механизированных работ.

Механовооруженность строительства и труда.

$$M_{СТР} = \frac{C_{МЕХ}}{C_{ОБЩ}} \%, \quad M_{ТР} = \frac{C_{МЕХ}}{n_{РАБ}},$$

$M_{СТР}$  – механовооруженность строительства;

$M_{ТР}$  – механовооруженность труда;

$C_{МЕХ}$  – балансовая стоимость средств механизации;  $C_{ОБЩ}$

– общая стоимость строительно-монтажных работ;  $n_{РАБ}$

– среднесписочная численность рабочих.

Энерговооруженность строительства и труда.

$$\mathcal{E}_{СТР} = \frac{N_{ОБЩ}}{C_{ОБЩ}}, \quad \mathcal{E}_{ТР} = \frac{N_{ОБЩ}}{n_{РАБ}},$$

$\mathcal{E}_{СТР}$  – энерговооруженность строительства;

$\mathcal{E}_{ТР}$  – энерговооруженность труда;

$N_{ОБЩ}$  – общая мощность двигателей на строительных машинах;

$C_{ОБЩ}$  – общая стоимость строительно-монтажных работ;

$n_{РАБ}$  – среднесписочная численность рабочих.

## Лекция 16. Организация строительного транспорта.

### 1. Назначение строительного транспорта.

Транспорт на строительстве является частью непрерывного строительного процесса, технологическим звеном, связывающим строительные объекты со складами, заводами строительных конструкций карьерами и другими источниками материальных ресурсов.

Организация работы транспорта должна обеспечить бесперебойное обслуживание строительного производства в соответствии с планами и графиками производства СМР и поставки материальных ресурсов.

### 2. Классификация видов строительного транспорта по видам перевозимых грузов.

Для сыпучих материалов.

Для штучных изделий.

Для вязких материалов и жидкостей.

Для пылеобразующих материалов.

Для длинномерных и плоских конструкций.

Для технологического оборудования.

Автомобили с крановыми установками.

**Виды строительного транспорта**

Вид груза	Примеры перевозимых материалов	Рациональные виды Автомобилей
Сыпучие материалы	Грунт Щебень Гравий Шлак	Самосвалы-землевозы Самосвалы общего назначения Карьерные самосвалы Керамзитовозы
Штучные изделия	Кирпич Облицовочные материалы Стекло Арматура Опалубка Оконные и дверные блоки Рулонные материалы Сантехническое оборудование	Бортовые автомобили общего назначения Контейнеровозы

Вязкие материалы и жидкости	Бетон Раствор Известковое тесто Асфальтобетон	Бетоновозы Бетоносмесители Растворовозы Известковозы
-----------------------------	--	---

	Битум Топливо Вода	Битумовозы Топливозы Автоцистерны
Пылеобразующие материалы	Цемент Гипс Известь	Цементовозы
Длинномерные и плоские конструкции	Сваи Балки Ригели Плиты перекрытия и покрытия Панели Трубы Мачты Лесоматериалы	Балковозы Фермовозы Плитовозы Панелевозы Трубовозы Металловозы Лесовозы Сантехкабиновозы
Технологическое оборудование	Химическое, энергетическое оборудование Строительные машины	Тяжеловозы
Автомобили с крановыми установками		Автомобили с - консольными крановыми установками - тельфером - съемным кузовом-контейнером

### 3. Расчет потребности в строительном транспорте.

Объем перевозок – количество груза, подлежащего перевозке в тоннах за единицу времени (квартал, месяц).

$$P^T = \sum_i Q_i^T,$$

$P^T$  – объем перевозок, т;

$T$  – интервал (единица) времени;

$Q$  – объем материального ресурса  $i$  доставляемого на строительную площадку;

$i$  – материальный ресурс, доставляемый на строительную площадку.

Грузооборот – объем перевозок в тонно-километрах за единицу времени.

$$G^T = \sum_{ij} Q_{ij}^T L_j,$$

$G^T$  – грузооборот за единицу времени, ткм;

$i$  – перевозимый материальный ресурс;

$j$  – поставщик (база, склад, завод откуда поставляется ресурс);

$Q_{ij}^T$  – объем материального ресурса  $i$  доставляемого на строительную площадку от поставщика  $j$  за

интервал времени  $T$ ;

$L_j$  – расстояние поставки от поставщика  $j$ .

Среднесуточный грузооборот ( $G_{сут}$ ).

$$G_{сут} = \frac{G^T k}{T_{прод}}$$

$k$  – коэффициент неравномерности поставки (1.1-1.3);

$T_{прод}$  – продолжительность строительства, сут.

Грузопоток – часть грузооборота в определенном направлении.

$$G_j = \sum_i Q_{ij}^T L_j.$$

Схемы движения грузового транспорта

Маятниковая схема.



Челночно-маятниковая  
схема. Челночно-кольцевая  
схема.

Потребность автомобилей в смену.

$$N_{\text{АВТ}} = \frac{\Gamma_{\text{СУТ}}}{D_{\text{СМ}} g}$$

$D_{\text{СМ}}$  – число автомобильных смен в сутки;

$g$  – грузоподъемность автомобиля;

$\gamma$  – коэффициент использования автомобиля (0.75-0.85).

Расчет необходимого числа автосамосвалов  
для бесперебойного обслуживания экскаватора.

$$M_{\text{С}} = \frac{t_{\text{ЦС}}}{T_{\text{Г}} + T_{\text{МГ}}},$$

$$t_{\text{ЦС}} = T_{\text{МГ}} + T_{\text{Г}} + T_{\text{ПГ}} + T_{\text{МР}} + T_{\text{Р}} + T_{\text{ПР}} + T_{\text{З}},$$

$$T_{\text{ПГ}} = T_{\text{ПР}} \frac{120L}{v},$$

$$T_{\text{Г}} = \frac{G_{\text{С}} t_{\text{ЦЭ}}}{g_{\text{КЭ}}}$$

$M_{\text{С}}$  – необходимое число автосамосвалов, шт;

$t_{\text{ЦС}}$  – продолжительность технологического цикла работы самосвала, мин;

$T_{\text{Г}}$  – продолжительность погрузки самосвала, мин;

$T_{\text{МГ}}$  – продолжительность маневра самосвала при погрузке, мин;

$T_{\text{ПГ}}$  – время пробега загруженной машины от экскаватора до отвала, мин;

$T_{\text{МР}}$  – продолжительность маневра самосвала для разгрузки, мин;

$T_{\text{Р}}$  – продолжительность разгрузки самосвала, мин;

$T_{\text{ПР}}$  – продолжительность пробега самосвала порожняком, мин;

$T_{\text{З}}$  – время вероятной задержки самосвала в пути, мин;

$L$  – расстояние от строительной площадки до отвала, км;

$v$  – скорость движения самосвала, км/час;

$G_{\text{С}}$  – объем кузова самосвала, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{ЦЭ}}$  – продолжительность технологического цикла работы экскаватора, мин;

$g_{\text{КЭ}}$  – объем ковша экскаватора, м<sup>3</sup>.

Расчет необходимого числа панелевозов  
для бесперебойного обслуживания монтажного крана.

$$M_{\text{П}} = \frac{t_{\text{ЦП}}}{T_{\text{Г}} + T_{\text{МР}} + t_{\text{СТР}} + t_{\text{МОНТ}}},$$

$$t_{\text{ЦП}} = T_{\text{МГ}} + T_{\text{Г}} + T_{\text{ПГ}} + T_{\text{МР}} + T_{\text{Р}} + t_{\text{СТР}} + T_{\text{ПР}} + T_{\text{З}},$$

$$T_{\text{ПГ}} = T_{\text{ПР}} \frac{120L}{v}.$$

$M_{\text{П}}$  – необходимое число панелевозов, шт;

$t_{\text{ЦС}}$  – продолжительность технологического цикла работы панелевоза, мин;

$T_{\text{Г}}$  – продолжительность погрузки панелевоза, мин;

$T_{\text{МГ}}$  – продолжительность маневра панелевоза при погрузке, мин;

$T_{ПГ}$  – время пробега загруженной машины от завода ЖБК до монтажного крана, мин;  
 $T_{МР}$  – продолжительность маневра панелевоза для разгрузки, мин;

$T_p$  – продолжительность разгрузки панелевоза краном, мин;  
 $T_{пр}$  – продолжительность пробега панелевоза порожняком, мин;  
 $t_{СТР}$  – максимальная продолжительность строповки монтируемых конструкций, мин;  
 $t_{МОНТ}$  – максимальная продолжительность монтажа конструкций, мин;  
 $T_3$  – время вероятной задержки панелевоза в пути, мин;  
 $L$  – расстояние от строительной площадки до завода ЖБК, км;  
 $v$  – скорость движения панелевоза, км/час.

Расчет необходимого числа бетоновозов  
для бесперебойного обслуживания бетонных работ.

$$M_{БВ} = \frac{Q_{БЕТ}}{g_{БЕТ}} \cdot \frac{Q}{60 \cdot T_{П} \cdot t_{СМ}},$$

$$g_{БЕТ} = \frac{G}{t_{ЦБВ}},$$

$$T_{П} = T_{пр} + \frac{120L}{v}.$$

$M_{БВ}$  – необходимое число бетоновозов, шт;  
 $Q$  – общая потребность бетона, м<sup>3</sup>;  
 $Q_{БЕТ}$  – средняя потребность бетона в единицу времени, м<sup>3</sup>/мин;  
 $g_{БЕТ}$  – средняя величина поставки бетона в единицу времени, м<sup>3</sup>/мин;  
 $G$  – грузоподъемность бетоновоза, м<sup>3</sup>;  
 $\beta$  – коэффициент использования грузоподъемности бетоновозов;  
 $T_{П}$  – плановая продолжительность бетонных работ, смен;  
 $t_{СМ}$  – продолжительность смены, час;  
 $t_{ЦС}$  – продолжительность технологического цикла работы бетоновоза, мин;  
 $T_{Г}$  – продолжительность загрузки бетоновоза, мин;  
 $T_{МГ}$  – продолжительность маневра бетоновоза при загрузке, мин;  
 $T_{ПГ}$  – время пробега загруженной машины от завода бетонозавода до стройплощадки, мин;  
 $T_{МР}$  – продолжительность маневра бетоновоза для разгрузки, мин;  
 $t_p$  – продолжительность бетонирования (разгрузки) бетоновоза, мин;  
 $T_{пр}$  – продолжительность пробега бетоновоза порожняком, мин;  
 $T_3$  – время вероятной задержки бетоновоза в пути, мин;  
 $L$  – расстояние от строительной площадки до бетонозавода, км;  
 $v$  – скорость движения бетоновоза, км/час.

#### 4. Формы организации эксплуатации строительного транспорта.

- 1) Специализированный строительный транспорт находится на балансе самостоятельных автотранспортных трестов. Строительные организации арендуют машины. При аренде расчеты выполняются за фактически отработанное время.
- 2) Транспортные средства находятся в составе и на балансе управлений механизации строительных трестов. Строительные управления получают машины на условиях аренды и подряда. Расчеты по расчетным ценам обеспечивают квалифицированное обслуживание техники.
- 3) Транспортные средства находятся на балансе строительных управлений (строительно-монтажных участков). По заявке линейных работников служба главного механика выделяет машины на строительные объекты. Бухгалтерия относит стоимость эксплуатации на себестоимость строящихся объектов. Расчеты ведутся по объемам физически выполненных перевозок.

## 5. Себестоимость перевозок.

$$C = \frac{E_{\text{ГОД}} \quad \mathcal{E}_{\text{ТБ}} \quad \mathcal{E}_{\text{АВТ}}}{\Pi} + \mathcal{E}_{\text{ПР}},$$
$$\mathcal{E}_{\text{ТБ}} = \mathcal{E}^1 K^j, j$$
$$\mathcal{E}_{\text{АВТ}} = \mathcal{E}^2 K_j, j$$
$$\mathcal{E}_{\text{ПР}} = S_j \Pi_j,$$
$$\Pi = \Pi_j.$$

Годовые единовременные затраты ( $\mathcal{E}_{\text{ГОД}}$ ). Содержание дорог, ремонтной базы, гаражей, установок мойки машин.

Содержание базы транспортных средств ( $\mathcal{E}_{\text{ТБ}}$ ). Содержание стендов и станочного парка, заработная плата обслуживающего персонала.

$j$  – типы транспортных средств;

$\mathcal{E}^1_j$  – стоимость содержания ремонтной базы транспортных средств  $j$ -ой группы;

$K_j$  – количество единиц транспортных средств  $j$ -ой группы.

Содержание автотранспортных средств ( $\mathcal{E}_{\text{АВТ}}$ ). Профилактический и текущий ремонт транспортных средств, заработная плата водителей, амортизационные расходы

$\mathcal{E}^2_j$  – стоимость содержания одного транспортного средства  $j$ -ой группы.

Стоимость погрузочно-разгрузочных работ ( $\mathcal{E}_{\text{ПР}}$ ).

$S_j$  – стоимость погрузочно-разгрузочных работ единицы массы грузов на транспортное средство  $j$ -ой группы;

$\Pi_j$  – объем перевозок на транспортных средствах  $j$ -ой группы;

$\Pi$  – общий объем перевозок всеми транспортными средствами автотранспортного управления.

## Лекция 17. Обслуживание и ремонт машин, механизмов и оборудования.

### 1. Планово-предупредительный ремонт.

Техническое обслуживание.

Периодическое обслуживание. Очистка и мойка оборудования, смазка и заправка горючим.

Ежемесячное обслуживание. Крепежные работы и контрольно-регулирующие работы.

Хранение техники.

Ремонт

Текущий ремонт. Устранение мелких неисправностей.

Капитальный ремонт. Разборка и замена изношенных деталей и узлов.

### 2. Ремонт и восстановление деталей и узлов.

Ремонт механических узлов и агрегатов.

Механическая обработка металла.

Токарные и слесарные работы.

Кузнечные работы.

Термическая обработка.

Ремонт электрооборудования и приборов.

Ремонт двигателей.

Сборка и испытание узлов.

## Лекция 18. Заключение.

### 1. Проектирование задач «Подсистем строительного производства».

Рассмотренные в настоящем курсе лекций задачи, содержат основу математического обеспечения проектирования «Подсистем строительного производства». Математические модели должны пройти процедуру ориентирования на использование в машинных алгоритмах. Для всех задач должна быть проведена детальная проработка информационного обеспечения, созданы базы данных и системы кодирования информации.

**2. Эксплуатация задач «Подсистем строительного производства».**

**3. Поддержание и администрация баз данных «Подсистем строительного производства».**