



university

Тюменский
индустриальный
университет

Структура строительных процессов и технологий

План лекции:

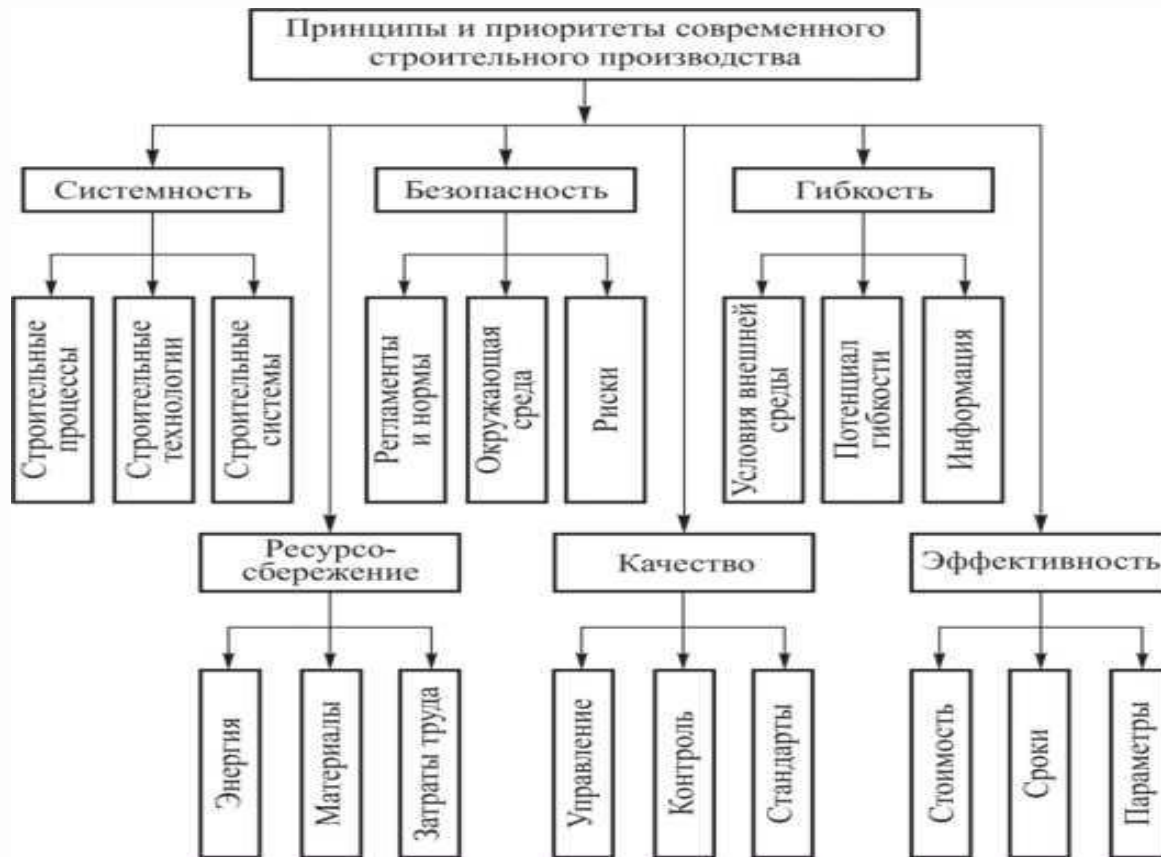
1. Основные принципы современного строительного производства;
2. Строительная система, основные понятия и терминология;
3. Строительные технологии как элемент строительной системы.

1. Основные принципы современного строительного производства

Современными принципами, которые в настоящее время отвечают основным приоритетам развития строительства как производственной отрасли и закладываются в основу строительного производства, являются:

- системность;
- гибкость;
- безопасность;
- качество;
- ресурсосбережение;
- эффективность.

1. Основные принципы современного строительного производства



1. Основные принципы современного строительного производства

Системность означает рассмотрение производственного процесса строительства объекта как единой строительной системы, имеющей сложную иерархическую структуру, состоящую из большого количества элементов, образующих комплекс строительных технологий и связанных друг с другом и внешней средой конструктивными, технологическими, организационными и экономическими связями.

Безопасность представляет собой принцип, обеспечивающий соответствие объемно-планировочных, конструктивных, организационно-технологических решений, принимаемых при строительстве и эксплуатации объекта, действующим техническим регламентам и нормативам, а также условиям окружающей природной и социальной среды и гарантирующий устойчивость объекта и минимальный риск потери, в том числе в случае возникновения чрезвычайных и экстремальных ситуаций.

Ресурсосбережение представляет собой принцип, направленный на оптимизацию и экономию расходования материальных, энергетических, трудовых, финансовых ресурсов на всех этапах создания строительного объекта.

1. Основные принципы современного строительного производства

Гибкость означает потенциальную способность производственного процесса возведения объекта адаптироваться к часто меняющимся условиям производства работ на площадке, реагировать на изменение организационных, технологических и ресурсных параметров в широком диапазоне и при этом достигать конечного результата с сохранением проектных показателей.

Качество означает соответствие всех параметров строительных процессов проектным значениям, а также действующим нормам, стандартам, регламентам, на основе системы непрерывного контроля на всех этапах строительства и эксплуатации объекта.

Эффективность представляет собой количественную оценку величины соответствия запроектированных параметров возведения объекта конечным или промежуточным показателям, определяющим стоимость, сроки, качество, расход ресурсов при создании строительной продукции.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Методологической основой принципа системности, которая позволяет связать воедино все элементы строительной технологии, является **системотехника** (Systems Engineering).

Основным понятием системотехники является понятие "**система**".

Конкретным содержанием строительной системы является строительный производственный процесс во всей совокупности его этапов и элементов, и в результате осуществления которого создается законченный строительный объект-здание или сооружение с его жизненным циклом.

В ходе достижения этого результата действует сложный комплекс, в котором участвуют строительные, проектные, производственные организации и предприятия, применяющие самые разнообразные строительные технологии, объединяющие трудовые, материальные, энергетические ресурсы и технические средства.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Каждая из систем должна обладать определенными свойствами, которые позволяют рассматривать ее как систему.

Первое: система - объект составной, представляющий совокупность конечного числа частей (элементов), функционирующих во взаимодействии в соответствии с общей целью.

Второе: в любой системе между ее элементами, а также между элементами и окружающей средой существуют те или иные связи и отношения. Связь отношений — это есть физический абстрактный канал, по которому идет обмен между элементами системы и системой с окружающей средой, массой (веществом), энергией и информацией. Для любых систем характерно наличие между элементами существенных связей, превосходящих по мощности связи этих элементов с элементами, не входящими в систему. Это свойство позволяет выделить систему как целостное образование в окружающей среде.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Третье: количество элементов системы, наличие связей между ними, их направление, характер, сила обуславливают такое системное свойство, как организация, позволяющая снизить энтропию (степень неопределенности) системы по сравнению с энтропией отдельных факторов, определяющих возможность создания системы. Организация, имеющая место в любой системе, определяет важную ее характеристику-структуру. Структура, будучи свойством системы, представляет собой информацию о ней.

Четвертое: Системе могут быть присущи такие качества, как эмерджентность или синергетический эффект, что показывает, что характеристики системы в большой степени зависят от характеристик элементов, но не определяются ими полностью, и нельзя познать систему, изучая отдельно каждый ее элемент.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Таким образом, систему можно определить как упорядоченную совокупность конечного числа отдельных элементов, связанных друг с другом и окружающей средой отношениями преобразования вещества, энергии и информации с целью достижения конечного результата

Описание системы можно рассматривать с трех точек зрения:

- а) морфологической;
- б) функциональной;
- в) информационной.

Морфологическое описание должно дать представление о строении системы. Сюда относится состав подсистем и элементов системы, их взаимосвязи, глубина описания, уровень детализации. В результате морфологического описания возникает понятие структура - как совокупность элементов и связей между ними.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Функциональное описание должно создать правильную ориентацию в ходе разработки, построения и использования системы. Оно необходимо для того, чтобы определить ее цель, назначение, важность, место среди других систем, отношение к внешней среде. Функциональное описание должно отражать следующие характеристики системы: параметры, процессы, иерархию.

Для этого вводятся такие понятия, как:

- состояние;
- совокупность внутренних свойств системы, определенных на данный момент времени;
- внешняя среда;
- множество элементов, не входящих в систему, но влияющих на изменение состояния системы;
- модель функционирования;
- формализованное представление процессов, идущих в системе и вызывающих изменение ее состояния во времени.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Информационное описание выполняется для того, чтобы дать представление об организации системы. Оно определяет зависимость морфологических и функциональных свойств системы от количества и качества информации, содержащейся в системе и поступающей в нее из среды.

Формирование и организация функционирования строительной системы имеет главную цель - создание законченного объекта, как основного этапа реализации инвестиционно-строительного проекта, имеющего собственный жизненный цикл.

Для создания сложных систем, к каким можно отнести и строительные объекты, необходим определенный идеологический и организационный план разработки системы, охватывающий все этапы - от момента возникновения потребности в создании подобной системы до момента ввода ее в эксплуатацию и даже ликвидации. В табл.1 показано представление этапов инвестиционно-строительного проекта, как строительной системы

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Этапы формирования системы	Этапы жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта
1. Постановка задачи	Принятие решения о строительстве ее изучение. Разработка и утверждение техникоэкономического обоснования инвестиций (ТЭО). Выбор площадки для строительства и инженерные изыскания.
2. Макропроектирование системы	Разработка задания на проектирование (ТЗ). Разработка рабочего проекта (РД). Генеральный план. Разработка проекта организации строительства (ПОС). Разработка сметной документации. Разработка информационной системы проекта.
3. Микропроектирование системы	Подготовка договорной документации. Подготовка строительного производства (ПСП). Проведение тендеров и конкурсов. Выбор генподрядчика и других участников проекта. Размещение заказов и договоров. Разработка проектов производства работ (ППР). Разработка организационно-технологической документации. Разработка системы управления качеством. Разработка систем оперативного управления

2. Строительная система, основные понятия и

4. Функционирование системы	Производство строительно-монтажных работ (СМР). Производство специальных работ. Монтаж технологического и производственного оборудования. Оперативное управление и информационное обеспечение. Корректировка проектных решений.
5. Использование системы	Освоение и производство. Эксплуатация строительного объекта.
6. Развитие системы	Разработка проектных решений и выполнение работ. Модернизация и реконструкция объекта.

Основными этапами строительства объекта являются: принятие решения об инвестировании строительства объекта; разработка технико-экономического обоснования строительства; выбор и согласование с соответствующими организациями площадки для строительства; выдача задания на проектирование; инженерные изыскания; проектирование, включающее разработку техно-рабочего проекта; согласование и экспертиза техно-рабочего проекта; технологическое проектирование, включающее разработку проекта производства работ; подготовка строительного производства по возведению объекта; возведение объекта, производство строительно-монтажных работ; монтаж технологического оборудования, включая пуско-наладочные работы; эксплуатация объекта; модернизация объекта.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Проектная, проектно-сметная, организационно-технологическая документация разрабатывается на стадии подготовки строительного производства (ПСП). В этот период формируются основные технологические решения, разрабатывается организационно-технологическая документация, в которых закладывается определенный потенциал гибкости строительного производственного процесса, его способности на последующих этапах строительства адаптироваться к изменению условий производства работ.

На этапе возведения на объекте функционирует сложный комплекс, в котором участвуют заказчик, проектировщик, генподрядчик, субподрядчики, поставщики материально-технических ресурсов и др. В каждый момент времени они связаны между собой функциями управления, контроля, учета, обеспечения, согласования.

2. Строительная система, основные понятия и терминология

Характерной чертой этапа возведения является многофакторность, динамика изменения условий производства работ, неочевидность критериев и оценок, небольшой лимит времени на выработку ответственных решений.

Совокупность перечисленных этапов образует производственный строительный процесс, который представляет собой целенаправленную последовательность действий исполнителей по переработке материальных предметов и информации, выработке и реализации инженерных решений, и созданию законченного объекта. Этот процесс во всей совокупности его этапов, внутренних взаимосвязей, связей с внешней средой, проявляющихся в виде условий, ограничений, ресурсных возможностей следует рассматривать как строительную систему. Такая система классифицируется как реальная, искусственно созданная, открытая динамическая система, имеющая целью выпуск конечной строительной продукции.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Анализируя состав производственных процессов, выполняемых в ходе подготовки строительства и возведения объекта, можно установить их две основные группы: **материальные процессы, информационные процессы.**

Материальными процессами принято называть строительными процессами, они охватывают все действия, направленные на материальные элементы строительного производства. Они входят в состав **строительных технологий.**

Информационные процессы реализуются с помощью **информационных технологий** - методик, информационных баз данных, систем мониторинга и документооборота, системы правовых и нормативных документов, методов расчета, а также программ и средств информационно-вычислительной техники.

Информационные процессы направлены на переработку идеальных предметов (информации, чисел, исходных данных, документов) с целью выработки и принятия решений по наиболее эффективному осуществлению строительных технологий.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Под термином строительная технология будем понимать совокупность действий, способов и средств, направленных на обработку исходных природных и искусственных материалов, изменения их характеристик, состояния и положения в пространстве с целью создания законченной строительной продукции заданных параметров и качества.

Строительная технология представляет собой взаимосвязь следующих элементов:

- создаваемая конструкция $\{K\}$;
- материал $\{Q\}$ из которого изготавливается конструкция;
- технологический процесс $\{P\}$ как последовательности действий по обработке материала;
- технические средства и исполнители $\{M\}$, реализующие технологический процесс.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Основу строительной технологии составляет процесс - как целенаправленная последовательность действий, который неотделим от времени $\{T\}$ и среды $\{R\}$ - условий производства работ при возведении объекта.

Существо **процесса** составляет **действие**. Процесс - есть совокупность действий. Строительный производственный процесс (СТП) — это совокупность целенаправленных действий, выполняемых в определенной последовательности для создания законченной строительной продукции.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Действие неотделимо от движения, которое, в свою очередь, связано со временем.

Строительный процесс неразрывно связан также с условиями и воздействиями внешней среды. Само же протекание процесса невозможно без приложения энергии, без исполнителей, т.е. процесс неотделим от системы более высокого порядка, в которой он протекает и которая, в свою очередь, существует благодаря процессу.

Каждое из действий направлено на переработку исходных предметов труда (материалов, полуфабрикатов, изделий и т.п.), изменение их количественных и качественных характеристик. Действие совершается исполнителем целенаправленно с использованием инструментов, приспособлений, механизмов, машин (технических средств). Оно должно быть обеспечено соответствующими знаниями, навыками, информацией и энергией.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Одно или несколько последовательных действий образуют операцию - технологически неделимый элемент процесса. Результатом операции является изменение не менее одного из свойств или характеристик исходного предмета труда или их взаимного расположения.

Несколько операций, ведущих к созданию или формированию части проектной "конструкции", образуют простой процесс. Он составляет основу частного потока в системе поточного строительства.

На этом уровне связь между отдельными операциями имеет резко выраженный характер, т.е. их последовательность и состав обусловлен главным образом способом их выполнения.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Совокупность простых процессов, в результате выполнения которых создается "конструкция", будет представлять **комплексный технологический процесс (КТП)**, определяемый видом строительных работ; его также называют специализированным процессом в системе строительного потока.

Для этого процесса в большей степени проявляются организационные связи, включающие в себя временные параметры, совмещение и координацию выполнения процессов во времени и пространстве. На этом уровне остаются сильные технологические связи, а также появляются и ресурсные связи, учитывающие взаимодействие ресурсов в ходе выполнения отдельных процессов.

При возведении объекта происходит выполнение нескольких комплексных процессов, образующих в совокупности **сложный процесс**, результатом которого является создание законченного объекта - здания или сооружения. Этот процесс составляет основу объектного строительного потока. В нем преобладают организационные и ресурсные связи между отдельными элементами.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Строительство нескольких объектов силами одной строительной организации требует координации и взаимоувязки нескольких объектных систем. В этом случае формируется строительный поток, в основе которого лежит совокупность нескольких объектных потоков, образующих **межобъектный процесс**. Преобладающие в нем связи - ресурсные, обусловленные необходимостью рационального распределения ресурсов (материальных, энергетических, трудовых) между различными объектами в соответствующие периоды времени.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Рассмотрим подробнее структуру строительной технологии.

Для создания проектной конструкции в зависимости от ее параметров, сложности, конфигурации, положения в пространстве должен быть сформирован соответствующий строительный процесс, имеющий определенную последовательность входящих в него простых процессов и операций.

Совокупность параметров, характеризующих строительный процесс, обозначим:

$$\{P\} = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$$

Строительный процесс может быть выполнен с помощью технических средств, представляющих собой комплект однотипных или разнотипных машин, механизмов, оборудования, реализующих один или несколько простых процессов или операций.

Совокупность параметров, относящихся к техническим средствам, обозначим:

$$\{M\} = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$$

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Целенаправленную последовательность действий, управление техническими средствами, установку оборудования и оснастки осуществляют рабочие, объединенные в звенья и бригады.

Обозначим совокупность параметров, характеризующих трудовые ресурсы, как:

$$\{Q\} = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_m\}$$

Одним из основных элементов строительной технологии являются материальные предметы, строительные материалы, из которых формируется проектная конструкция.

Совокупность физико-механических, технологических, геометрических и других характеристик и параметров материальных предметов обозначим:

$$\{L\} = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$$

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Проектная конструкция включает в себя части конструкции, которые могут выделяться как по структурному признаку (пролеты, блоки, секции и т.п.), так и по организационному признаку (ярусы, захватки, участки, зоны и т.п.).

Совокупность параметров и характеристик, определяющих конструкцию, обозначим:

$$\{K\} = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$$

Связи между отдельными элементами обуславливают модель структуры строительной технологии (S_T), которую представим в виде:

$$m_T S_T \rightarrow P * M * Q * L * K$$

Чем правильней определены параметры отдельных элементов строительной технологии, чем выше соответствие одного элемента другому, тем выше **показатели эффективности** строительного процесса:

$$\{\Theta\} = \{\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_m\}$$

к числу которых относятся: продолжительность, затраты машинного времени и труда рабочих, стоимостные показатели, параметры качества, др.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

В строительном производстве основная особенность состоит в том, что связи между указанными элементами в большинстве случаев слабы, неопределенны, а иногда и вообще отсутствуют. Это порождает многофакторность исходных данных, вариантность решений.

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Строительные технологии выполняются на конкретной строительной площадке, которая может характеризоваться группой параметров и факторов, которые назовем: **условия производства работ** (климатические, технические, технологические, инженерно-геологические, региональные и др.).

Совокупность этих условий обозначим:

$$\{P\} = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$$

Протекание процессов, а в том числе СТП, неотделимо от движения, неотделимо от времени. **Фактор времени** позволяет учесть динамику строительной системы, взаимосвязь различных процессов, их взаимодействие между собой и окружающей средой.

Совокупность параметров, характеризующих время протекания строительного технологического процесса (СТП), обозначим:

$$\{T\} = \{T_0, T_1, T_2, \dots, T_m\}$$

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Рассмотрение технологической структуры СТП в конкретных условиях производства работ на строительном объекте с привязкой к шкале времени позволяет ввести понятие **организационно-технологической структуры (ОТС)** строительного технологического процесса.

Моделью ОТС (SOT) является выражение:

$$m_{OT}S_{OT} \rightarrow S * R * T$$

или с учетом выражения структура строительной технологии может быть представлена в виде "семерки":

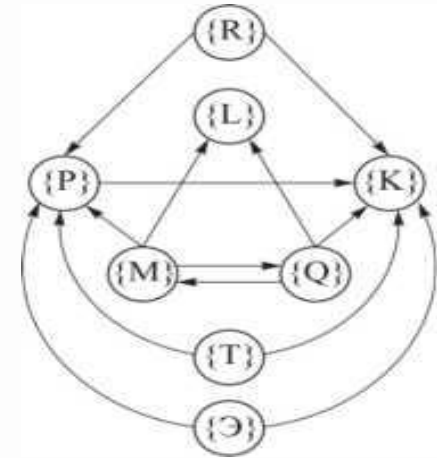
$$m_{OT}S_{OT} \rightarrow P * M * Q * L * K * R * T$$

3. Строительные технологии как элемент строительной системы

Связи между элементами строительной технологии

Представленное описание структуры строительной технологии имеет значение для понимания совокупности технологических и организационных взаимосвязей между элементами строительных технологий, их различия и общности. Построение ОТС и ее вариантная проработка должны выполняться на этапах проектирования и подготовки строительного производства в рамках проекта организации строительства (ПОС) и проекта

производства работ (ППР), в которых производятся все необходимые расчеты и обосновываются решения по комплексной увязке строительных технологий в единый производственный процесс строительства объекта.



**Схема взаимодействия
элементов КТП**