



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Издательство МИСИ – МГСУ

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ТЕПЛОВОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Учебно-методическое пособие



ISBN 978-5-7264-2650-1

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2020

Москва
2020

УДК 621.311:69
ББК 31.277:38
Т38

Авторы:

А.С. Субботин, А.А. Шашков, Н.Ю. Кузьмин, И.Е. Воронков

Рецензенты:

кандидат технических наук *Д.В. Красовский*,
Главный специалист Технического управления Дирекции по сооружению АЭС «Пакш»,
АО ИК «АСЭ»;
кандидат технических наук, доцент *А.В. Алексанин*,
доцент кафедры технологии, организации и управления в строительстве НИУ МГСУ

Т38 **Технология и организация возведения зданий и сооружений тепловой и атомной энергетики** [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / [А.С. Субботин и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра строительства объектов тепловой и атомной энергетики. — Электрон. дан. и прогр. (4,9 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. — Режим доступа : <http://lib.mgsu.ru/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-2650-1 (сетевое)

ISBN 978-5-7264-2651-8 (локальное)

В учебно-методическом пособии последовательно раскрываются аспекты организации и технологии возведения зданий и сооружений тепловой и атомной энергетики. Рассматриваются вопросы разработки проекта организации строительства, проекта производства работ, строительных генеральных планов, осуществления календарно-сетевого планирования. Даны основные сведения по технологии выполнения строительно-монтажных и пусконаладочных работ при возведении объектов тепловой и атомной энергетики. Приводится описание необходимой структуры и содержания технологических карт производства работ, разрабатываемых для возведения энергетических объектов.

Для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.01 Строительство и 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.

Учебное электронное издание

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
1. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	6
1.1. Основные понятия и определения	6
1.2. Основные участники строительства.....	8
1.3. Проект организации строительства и проект производства работ	10
1.4. Календарно-сетевое планирование производства работ	12
1.5. Строительный генеральный план. План-схема производства работ	18
1.6. Технологическая карта производства работ	22
2. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ТЕПЛОВОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	23
2.1. Технология и организация земляных работ	23
2.2. Технология и организация бетонных работ	40
2.3. Технология и организация монтажных работ	54
2.4. Технология и организация тепломонтажных работ	59
2.5. Технология и организация вентиляционных работ	60
2.6. Технология и организация электромонтажных работ	61
2.7. Сварочные работы и организация контроля сварных соединений.....	63
2.8. Антикоррозионные и изоляционные работы	65
2.9. Организация пусконаладочных работ и ввод объекта в эксплуатацию	68
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	71
3.1. Организация и технология выполнения работ	71
3.2. Требования к качеству работ.....	72
3.3. Потребность в материально-технических ресурсах.....	74
3.4. Техника безопасности и охрана труда	75
3.5. Техничко-экономические показатели.....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	80
СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	82
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	83

ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительное производство является одним из локомотивов роста отечественной экономики, во многом определяющим развитие прочих отраслей народного хозяйства и точно так же зависящим от них. В частности, рассматривая строительство зданий и сооружений тепловой и атомной энергетики, необходимо отметить, что с внедрением новых материалов и строительной техники, современных подходов к организации строительства, в том числе информационных моделей планирования строительства, появляется необходимость более детального подхода к изучению дисциплины «Технология и организация возведения зданий и сооружений тепловой и атомной энергетики».

В первой главе учебно-методического пособия рассматриваются общие вопросы организации, планирования. Изучается функциональная особенность каждого участника строительного процесса независимо от отрасли, к которой относится строительный объект. Приводятся описания основных определений, порядок планирования организации работ, в том числе составления ПОС и ППР. Рассматриваются календарное планирование работ, составление строительного генерального плана.

Во второй главе описываются основные технологические процессы возведения зданий и сооружений тепловой и атомной энергии. Рассматривается организация основных видов работ, таких как земляные, бетонные, монтажные, тепломонтажные, вентиляционные, электромонтажные, сварочные, антикоррозионные, изоляционные, а также пусконаладочные работы и ввод объекта в эксплуатацию.

Третья глава посвящена вопросам разработки технологических карт, включающим формирование требований к реализации в процессе строительства организационно-технологических мероприятий, а также мероприятий по контролю качества выполняемых работ и производимых материалов, изделий, конструкций; требований, предъявляемых к используемым материально-техническим ресурсам; соответствие технологии и организации работ действующим правилам охраны труда и техники безопасности. В заключение третьей главы приводится методика составления технико-экономического обоснования выполнения работ.

В конце пособия приведён список сокращений.

Знакомство с материалом, помещённым в учебно-методическое пособие, позволяет сформировать полное представление о наиболее значимых процессах, происходящих при организационно-технологическом проектировании зданий и сооружений с учётом специфики тепловой и атомной энергетики.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Строительство как одна из ведущих отраслей экономики страны присутствует во всех направлениях её развития, в том числе в энергетическом. Энергетическое строительство Российской Федерации всегда занимало и занимает лидирующие позиции, находясь на мировом уровне, поэтому подходы к организации строительства указанных объектов должны соответствовать современным требованиям.

Технология и организация возведения зданий позволяет изучить используемые в настоящее время методы и подходы к принятию организационно-технологических решений при осуществлении инвестиционно-строительной деятельности в целях обеспечения:

- промышленного производства строительной продукции (материалов, изделий, конструкций), отвечающей существующим стандартам качества;
- своевременного ввода в эксплуатацию зданий, сооружений, а также их частей;
- технологической и организационной эффективности выполнения работ по реконструкции, капитальному ремонту, техническому перевооружению и расширению производств, зданий и сооружений.

1.1. Основные понятия и определения

Рассматривая строительный процесс, необходимо отметить, что он разбивается на подготовительный и основной периоды.

Подготовительный период строительства — это время перед началом каких-либо работ по строительству объектов тепловой и атомной энергетики: земляных работ, по устройству фундаментов и т.д., включающий организационно-подготовительные мероприятия, прокладку временных инженерных сетей, в том числе внеплощадочные и внутриплощадочные работы.

К внеплощадочным подготовительным работам относятся устройство дорог и подъездов к площадке строительства, прокладка инженерных коммуникаций (водопровод, канализация, электрические сети и трансформаторные подстанции, средства связи), используемых в процессе строительства.

К внутриплощадочным подготовительным работам [1] относят расчистку и вертикальную планировку строительной площадки; демонтаж существующих зданий и сооружений (при необходимости); перекладку существующих инженерных коммуникаций; прокладку инженерных коммуникаций для нужд строительства (водопровод, канализация, электрические сети, средства связи); обустройство складских площадок и площадок для укрупнительной сборки конструкций и оборудования; возведение временных зданий и сооружений, используемых в процессе строительства.

Основной период строительства — это время строительства от начала общестроительных работ по возведению зданий и сооружений основного и вспомогательного производственного назначения и до окончания пусконаладочных работ (ПНР).

Работы основного периода строительства разделяются на:

- устройство подземной части (шпунтовое ограждение; земляные работы; устройство фундамента; устройство каркаса здания подземной части и наружной гидроизоляции с обратной засыпкой);
- устройство надземной части (устройство каркаса здания надземной части; устройство наружных стен здания и кровли; устройство внутренних перегородок и технических помещений; отделочные работы; благоустройство).

При первоначальном рассмотрении понятия «**строительство**» необходимо сформировать представление о терминологии, традиционно применяемой при изучении технологических и организационных аспектов строительного производства.

Строительство — это материально-техническое производство, целью которого является создание (возведение) зданий, сооружений, их отдельных частей, а также выполнение работ по реконструкции, капитальному ремонту и расширению существующих объектов капитального строительства.

Капитальное строительство — процесс возведения несущих конструкций, а также реконструкция, реставрация и расширение существующих зданий и сооружений, требующие выполнения не только строительных работ, но и обязательных земляных работ. В состав капитального строительства традиционно входят:

— новое строительство — возведение и сдача в эксплуатацию новых зданий и сооружений с выделением для застройки нового земельного участка на основании разработанной документации;

— реконструкция — преобразование параметров зданий, сооружений, их составных частей либо замена (восстановление) их несущих строительных конструкций. Реконструкция промышленных предприятий может также включать возведение новых производственных цехов и объектов той же мощности вместо сносимых объектов того же назначения, последующая эксплуатация которых признана нецелесообразной;

— расширение предприятия — увеличение площади и (или) производственной мощности существующих зданий и сооружений за счёт строительства на территории предприятия либо прилегающих площадях на основании вновь разработанного проекта второй и последующих очередей предприятия либо расширения площадей уже существующих зданий и сооружений.

Капитальный ремонт зданий и сооружений — процесс замены (восстановления) инженерно-технических сетей, ненесущих строительных конструкций зданий, сооружений, а также их частей. Выполнение капитального ремонта традиционно направлено на устранение физического и морального износа зданий и сооружений и не предусматривает корректировку технико-экономических показателей объектов капитального строительства.

Строительное производство — комплекс строительного-монтажных и специальных процессов, выполняемых на строительной площадке в подготовительный и основной периоды строительства. В составе строительного производства выделяют две подсистемы: **технологии** и **организацию** строительного производства.

В общем составе **технологии строительного производства** содержатся технологии строительных процессов и технологии возведения зданий и сооружений.

Под **технологией строительных процессов** принято понимать теоретические основы, а также совокупность методов, способов и условий выполнения строительного-монтажных процессов, в том числе предусматривающих качественное преобразование свойств и состояния строительных материалов, полуфабрикатов, изделий и конструкций при возведении зданий и сооружений.

Технология возведения зданий и сооружений необходима для определения теоретических основ и регламентов практической реализации выполнения отдельных видов строительных, монтажных и специальных работ, их временную и пространственную увязку для получения конечной продукции в виде зданий и сооружений.

С середины XX в. по настоящее время ключевым направлением развития отечественного строительного производства в области возведения зданий и сооружений тепло-

вой и атомной энергетики является его индустриализация — преобразование строительства в совокупность упорядоченных механизированных процессов, предусматривающих возведение зданий и сооружений путём монтажа унифицированных элементов высокой заводской готовности. Однако, несмотря на это, в последние десятилетия наметился устойчивый тренд к применению сборно-монолитных и монолитных решений при возведении главных корпусов ТЭС и АЭС.

Главные корпуса тепловых и атомных электростанций являются наиболее материалоёмким сооружениям в комплексе зданий ТЭС и АЭС, а срок их возведения во многом определяет общую продолжительность строительства. В связи с этим одной из приоритетных задач, направленных на сокращение сроков и стоимости возведения энергоблоков, в настоящее время является поиск оптимальных организационно-технологических решений возведения зданий основного производственного назначения объектов тепловой и атомной энергетики.

Материалы, изделия и конструкции (металлические или железобетонные, сборные или монолитные), их типы и виды оказывают большое влияние на технологию и организацию процессов возведения зданий и сооружений. Значительное число возможных комбинаций строительных материалов определяет высокую вариабельность принимаемых организационно-технологических решений и, как следствие, необходимость детального изучения специфики процесса возведения здания и сооружений в конкретных условиях.

История применения в строительстве энергетических объектов в СССР и России изделий из железобетона включает периоды преимущественного использования сборных железобетонных элементов (50–70-е годы XX в.), внедрения сборно-монолитных решений (70–90-е годы XX в.), а также преимущественное использование монолитных конструкций (2000-е годы — настоящее время)

Преобладание в энергетическом строительстве железобетонных конструкций над металлическими сохранялось вплоть до конца XX в., однако на данный момент при возведении зданий и сооружений тепловых электростанций несущие железобетонные конструкции уступают место металлическим. В атомном энергетическом строительстве использование железобетонных изделий и по сей день остаётся преобладающим.

В сложившихся условиях решение вопросов качественного организационно-технологического проектирования при возведении зданий и сооружений теплового атомного энергетического строительства во многом определяет эффективность реализации проекта, а также достижение установленных показателей стоимости и срока реализации объекта строительства.

1.2. Основные участники строительства

Наибольшую актуальность изучение ролей основных участников строительства получило при осуществлении инвестиционно-строительной деятельности [2]. Субъектами инвестиционной деятельности, осуществляемой в форме капитальных вложений, являются инвесторы, застройщики, заказчики, подрядчики, пользователи объектов капитальных вложений и другие лица [3].

Зарождение любого объекта начинается с «идеи», которая принадлежит Заказчику. Затем происходит выбор земельного участка, который принадлежит Застройщику. Следующим шагом является поиск источника финансирования — Инвестора. За этим — проектирование [4], строительство и ввод объекта в эксплуатацию.

Заказчики — физические и юридические лица, осуществляющие реализацию инвестиционных проектов. В отдельных случаях заказчик может взять на себя и роль инвестора. В случаях, когда заказчик не является инвестором, он наделяется правами владения, пользования и распоряжения капитальными вложениями на период и в пределах полномочий, которые установлены договором и/или государственным контрактом в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Заказчик осуществляет общую организационно-управленческую деятельность при реализации проекта, включающую как разработку технико-экономического обоснования (ТЭО) капитальных вложений [5], так и сдачу объекта в эксплуатацию. Наиболее распространёнными являются обстоятельства, когда использование заказчиком земельного участка под застройку осуществляется на основании права долгосрочной аренды.

Застройщик — физическое или юридическое лицо, обеспечивающее на принадлежащем ему земельном участке или на земельном участке иного правообладателя строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, а также выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации для их строительства, реконструкции, капитального ремонта [3].

Инвесторы — участники строительства, осуществляющие долгосрочные капитальные вложения с использованием собственных и/или привлечённых средств. Инвестор одновременно может являться заказчиком либо выполнять функции застройщика.

Подрядчики — физические и юридические лица, которые выполняют работы по договору подряда и/или по государственному контракту. В настоящее время принято различать генеральную подрядную организацию (генподрядчик) и субподрядные организации (субподрядчики) [6].

Генеральный подрядчик — организация, осуществляющая строительную деятельность по договору подряда. Генподрядчик отвечает перед заказчиком за возведение объекта в полном соответствии с условиями договора, проектно-сметной документацией (ПСД) и строительными нормами и правилами (СНиП). На генерального подрядчика возлагается ответственность за качество выполненных работ в течение гарантийного периода времени после сдачи объекта в эксплуатацию [6].

Для осуществления отдельных строительного-монтажных или специальных работ генеральный подрядчик (заказчик) заключает договоры субподряда со специализированными организациями, именуемыми в дальнейшем субподрядчиками. Субподрядчики, в свою очередь, вправе привлекать для выполнения части порученных им работ прочие специализированные организации.

Ключевой задачей генерального подрядчика в процессе строительства является координация деятельности субподрядчиков, а также создание условия их эффективной работы и взаимодействия.

Генеральный проектировщик — проектная организация, заключившая с заказчиком договор и ответственная перед ним за выполнение комплекса проектно-изыскательских работ. По аналогии с генеральным подрядчиком генеральный проектировщик вправе привлекать специализированные проектные и изыскательские организации (субпроектировщиков) для выполнения отдельных видов проектных работ, разделов или частей проекта.

В задачи генерального проектировщика входит осуществление авторского надзора за строительством. Для этого генеральный проектировщик организует присутствие на строительной площадке одного или нескольких работников, в обязанности которых

входит внесение оперативных изменений или поправок в проект, сопровождая это записью в журнале авторского надзора. Правки в проекте возможны в связи с изменяющимися условиями строительства или проектными ошибками, выявляющимися при строительстве. Традиционно генеральный проектировщик наряду с генеральным подрядчиком принимает участие в сдаче объекта заказчику.

В условиях реального строительства субъекты инвестиционной деятельности вправе совмещать функции двух и более участников инвестиционного проекта, если это не противоречит существующим между ними договорным обязательствам.

Принципиальная схема взаимодействия участников строительства представлена на рис. 1.1.

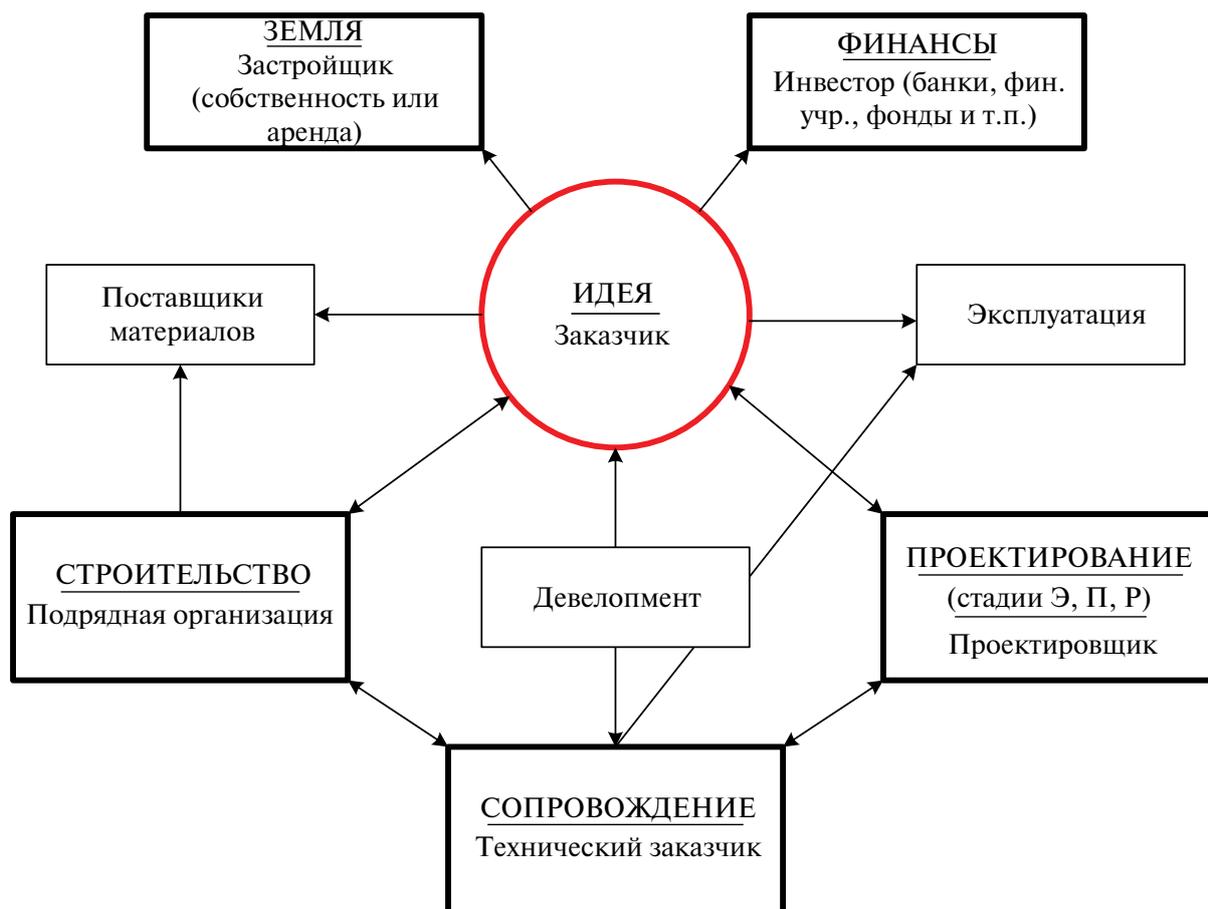


Рис. 1.1. Принципиальная схема взаимосвязей участников строительства

1.3. Проект организации строительства и проект производства работ

Технологическое проектирование строительных процессов заключается в учёте особенностей планирования организации работ, что должно более чётко и качественно позволить выполнить плановые задачи.

Организация — это в первую очередь упорядоченность, а также согласованность и взаимодействие отдельных частей, в том числе осуществление полного контроля за строительством. Рассматривая строительство зданий и сооружений тепловой и атомной энергетики, нужно отметить, что возведение таких объектов как ТЭС и АЭС регламентируется отраслевыми стандартами [7–11].

Организация строительства — совокупность взаимоувязанных организационных, технологических и экономических мероприятий и мер, направленных на разработку

и реализацию проекта возведения здания или сооружения в соответствии с заданными требованиями качества, стоимости, сроков строительства при условии использования минимального количества ресурсов.

Организация строительного производства — единая система подготовки, формирования, исполнения и необходимого снабжения ресурсами совокупности работ с учётом их очередности, сроков исполнения, а также существующих требований качества.

Основными документами для организации строительного производства являются проект организации строительства (ПОС) на стадии проектирования и проект производства работ (ППР) для каждого вида работ на стадии строительства.

На этапе проектирования основным документом в области организации строительства является ПОС, который разрабатывается специализированной проектной организацией и оценивается экспертами при прохождении экспертизы по всему объекту. Раздел ПОС в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [12] является неотъемлемой частью проектной документации.

Проект организации строительства (ПОС) определяет общую продолжительность всего объекта строительства с учётом промежуточных этапов, а также распределения капитальных вложений и объёмов строительно-монтажных работ, материально-технических и трудовых ресурсов, включая технологию и обоснования основных методов выполнения работ, структуру управления строительством объекта [6, 13] и другие сведения. ПОС разрабатывается специализированной проектной организацией и оценивается экспертами при прохождении экспертизы по всему объекту согласно упомянутому постановлению Правительства РФ от 16.02.2008 № 87.

Проект производства работ (ППР) — это документ, регламентирующий производство работ (каждого вида или комплекса работ) для конкретного здания или сооружения в соответствии с технологическими правилами, требованиями к охране труда, экологической безопасности и качеству работ. ППР устанавливает порядок инженерного оборудования и обустройства строительной площадки, обеспечивает моделирование строительного процесса, прогнозирование возможных рисков [14], определяет оптимальные сроки строительства. ППР утверждаются лицом, исполняющим строительство (подрядная организация).

Рассматривая технологию и организацию возведения зданий и сооружений, необходимо отметить, что основной процесс проектирования закладывается исполнителем строительных работ, поскольку особенности технологии производства, взаимосвязь со смежными работами должны определяться местом, временем производства работ. Следовательно, более детальное проектирование работ происходит на этапе разработки ППР по отдельным работам.

Поэтому на этапе строительства основным документом в области организации строительства является ППР, разрабатываемый подрядными организациями на каждый вид работы в отдельности и согласуемый с заказчиком и смежными компаниями, участвующими в строительстве.

Проект производства работ состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть должна содержать:

— Титульный лист с надписями «СОГЛАСОВАНО» и «УТВЕРЖДАЮ» и подписями соответствующих должностных лиц;

— Листы согласования и ознакомления;