

№ 1815

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ СТАЛИ и СПЛАВОВ**  
Технологический университет

**МИСиС**



Кафедра инновационного проектирования

**А.В. Гончарук**

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

**Учебное пособие**

для студентов специальностей 351400, 110600

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом института

МОСКВА 2002

УДК 658.012.2

Г65

**Гончарук А.В.**

Г65      Организация проектирования производства: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2002. – 145 с.

В пособии рассмотрены вопросы организации процесса проектирования, включая САПР, проектирование производства применительно к прокатным цехам и особенностям проектирования в новых экономических условиях.

В первом разделе представлены общие основы проектирования, где изложены организация проектно-сметного дела и основные этапы проектирования, содержится технологическая часть и ее взаимодействие с другими частями проекта, приведена технологическая характеристика цеха, вспомогательных участков и общецехового хозяйства. Во втором разделе описаны системы автоматизированного проектирования. Третий раздел посвящен промышленному инвестиционному проекту – поэтапной разработке, некоторым методам подготовки, маркетинговым, финансово-экономическим исследованиям и др.

Пособие по курсу «Проектирование производства» предназначено для студентов специальностей 110600 «Обработка металлов давлением» направления 651300 «Металлургия» и 351400 «Прикладная информатика (в инноватике)».

© Московский государственный институт  
стали и сплавов (Технологический  
университет) (МИСиС), 2002

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1. Общие основы проектирования.....	6
1.1. Организация проектно-сметного дела .....	6
1.1.1. Роль проектирования в научно-техническом прогрессе и повышении эффективности капитальных вложений .....	6
1.1.2. Капитальное строительство – основа развития промышленного производства .....	8
1.1.3. Организация проектирования .....	12
1.1.4. Технология и организация выполнения проекта .....	13
1.2. Основные этапы проектирования.....	17
1.2.1. Основные положения по выбору площадки для строительства .....	17
1.2.2. Задание на проектирование.....	18
1.2.3. Стадии проектирования, их состав и порядок разработки.....	20
1.2.4. Пусковой комплекс строительства цеха .....	24
1.2.5. Сметная документация .....	26
1.2.6. Согласование и утверждение проектно-сметной документации .....	29
1.3. Технологическая часть и ее взаимосвязь с другими частями проекта .....	30
1.3.1. Проектная мощность, программа производства и расчетный сортамент цеха .....	30
1.3.2. Технологическая схема производства. Механизация и автоматизация технологического процесса .....	32
1.3.3. Производительность цеха .....	33
1.3.4. Объемно-планировочные и конструктивные решения.....	40
1.3.5. Расход металла .....	44
1.3.6. Расход материалов и энергоносителей .....	52
1.3.7. Расчет численности трудящихся .....	53
1.4. Анализ проектных комплексов прокатных и трубных цехов. Технологическая характеристика цеха.....	54
1.4.1. Структура технологического процесса изготовления проката и труб. Участки и службы цеха.....	54
1.4.2. Классификация и технологическая характеристика способов производства проката .....	59

1.4.3. Классификация и технологическая характеристика способов производства труб.....	61
1.4.4. Принципы компоновки оборудования и сооружений.....	65
1.5. Вспомогательные участки и общецеховое хозяйство .....	77
1.5.1. Здания.....	77
1.5.2. Внутрицеховой транспорт.....	80
1.5.3. Отопление и вентиляция .....	81
1.5.4. Энергоснабжение .....	84
1.5.5. Связь и сигнализация.....	87
1.5.6. Ремонтно-инструментальная служба и лаборатории .....	88
1.5.7. Административно-бытовые помещения .....	90
2. Система автоматизированного проектирования.....	92
2.1. Общие положения .....	92
2.2. Состав систем САПР прокатных и трубных цехов .....	101
2.3. Методика подготовки исходной информации .....	105
2.4. Алгоритм проектирования и эксплуатация САПР .....	109
3. Промышленный инвестиционный проект .....	114
3.1. Классификация инвестиционных проектов.....	114
3.2. Концепция сопровождения проекта.....	116
3.3. Содержание и назначение инжиниринговых услуг .....	119
3.4. Специализация инжиниринговых фирм .....	121
3.5. Комплекс инжиниринговых услуг по сопровождению проекта .....	122
3.6. Источники и схемы финансирования проекта .....	126
3.7. Бизнес-план и технико-экономическое обоснование (ТЭО) .....	129
3.7.1. Состав и содержание бизнес-плана.....	131
3.7.2. Состав и содержание ТЭО .....	133
3.7.3. Функциональные особенности бизнес-плана и ТЭО.....	134
3.8. Бейсик-проект.....	138
Библиографический список .....	143

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность реконструкции действующих и новых предприятий, состояние окружающей среды во многом зависят от уровня проектных решений, на основании которых они осуществляются. Практика металлургического производства показывает, что знание основ проектирования необходимо для всех специалистов высшей квалификации. Проект металлургического предприятия представляет собой многоуровневую систему, для создания которой необходимо изучить основные положения капитального строительства, основные технологические процессы, проанализировать технико-экономические и экологические показатели работы предприятия и т. д. с учетом изменения экономических условий и требований к производству.

В предлагаемом учебном пособии изложены общие основы проектирования, сформулированы положения по организации капитального строительства, даны основные определения процесса проектирования, виды предпроектных и проектных работ, порядок и последовательность разработки отдельных частей проекта, приведены характеристики современных прокатных и трубных цехов, рассмотрены участки и службы цеха, принципы компоновки оборудования, участков цехов.

Большое внимание уделено вопросам, не затронутым при чтении основных технологических специальных дисциплин, в частности созданию современного инвестиционного проекта, комплексу инжиниринговых услуг, схемам финансирования проекта, а также организации внутрицехового транспорта, отопления и вентиляции, энергоснабжения.

При составлении пособия использован опыт участия в разработке проектов новых и реконструкции отечественных деталей прокатных цехов, создания технико-экономических предложений для ряда зарубежных фирм.

# 1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## 1.1. Организация проектно-сметного дела

### 1.1.1. Роль проектирования в научно-техническом прогрессе и повышении эффективности капитальных вложений

Научно-технические разработки, реализованные в проектах, могут быть внедрены в производство посредством капитальных вложений.

*Проектированием называется разработка совокупности материалов, позволяющих обосновать техническую и экономическую целесообразность строительства объекта и осуществить его.*

Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений определяется разработанными Госстроем инструкцией СН 202–81, строительными нормами и правилами. Решения о проектировании строительства крупных и сложных объектов принимаются на базе технико-экономических обоснований (ТЭО), других предприятий, зданий и сооружений – на базе технико-экономических расчетов (ТЭР), аргументирующих хозяйственную необходимость и экономическую целесообразность их строительства.

При составлении технической (или проектно-сметной) документации проектировщики различных специальностей решают сложный комплекс экономических, технологических, конструкторских и социальных проблем.

Многоплановость проекта обуславливает его дифференциацию на различные разделы или части, соответствующие той или иной специальности (технологическая, строительная, энергетическая, защита окружающей среды и др.).

Центральным разделом комплексного проекта предприятия является технологическая часть, при разработке которой осуществляется выбор оптимальной технологической схемы производства и рациональных объемно-планировочных решений, определяются вид

и количество необходимого технологического оборудования и устанавливаются потребности в материалах и энергии для эксплуатации объекта, штаты обслуживающего персонала, технологические требования к смежным частям проекта, которые выдаются в виде заданий на их разработку, согласовываются и увязываются смежные части проекта, выполняются схемы механизации и автоматизации производственного процесса, технологические расчеты, определяются технико-экономические показатели проектируемого объекта.

Разработка проекта проводится в тесном контакте с научно-исследовательскими и конструкторскими организациями. Проектные и изыскательские организации при проектировании предприятий должны обеспечивать:

- реализацию достижений науки, техники и передового отечественного и зарубежного опыта, с тем чтобы построенные (реконструированные) предприятия ко времени ввода их в эксплуатацию были технически передовыми и обеспечивали выпуск продукции высокого качества с минимальными затратами труда, сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов;

- высокую эффективность капитальных вложений за счет внедрения высокопроизводительного оборудования, механизации и автоматизации процессов, дальнейшего сокращения ручного труда, использования наиболее экономичных схем транспортировки сырья, топлива, материалов, комплектующих изделий и готовой продукции, применения индустриальных методов строительства и эффективных форм его организации, совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений, блокирования производств и т. п.;

- рациональное использование земель, природных ресурсов, охрану окружающей среды, а также сейсмо- взрыво- и пожаро-безопасность объектов;

- кооперирование вспомогательных производств и хозяйств, инженерных сооружений и коммуникаций;

- экономное расходование материальных и топливно-энергетических ресурсов;

- требуемый уровень автоматизации управления предприятиями (АСУП) и технологическими процессами (АСУ ТП).

Прокатные и трубные цехи из-за широкого сортамента продукции, разнообразия способов производства и отделки проката и труб не строят по типовым проектам. Однако при проектировании таких цехов широко используются типовые решения и узлы, а вспо-

могательные объекты (объекты комплекса) сооружаются по типовым или повторно применяемым проектам.

## 1.1.2. Капитальное строительство – основа развития промышленного производства

Воспроизводство основных фондов во всех отраслях промышленности осуществляется за счет капитальных вложений, определяемых суммой затрат на создание новых, реконструкцию и техническое перевооружение действующих основных фондов (строительство зданий и сооружений, приобретение и монтаж оборудования) [1].

Различают следующие виды капитального строительства: промышленное, транспортное, сельское и жилищно-гражданское [2].

*Промышленное* строительство представляет собой комплекс строительных и монтажных работ, выполнение которых обеспечивает ввод в действие новых и расширение, реконструкцию или техническое перевооружение действующих предприятий, цехов, объектов и целых отраслей материального производства.

К *транспортному* строительству относится возведение новых и реконструкция существующих железных дорог и их сооружений, путей автомобильного, водного, воздушного и магистрального трубопроводного транспорта.

*Сельское* строительство охватывает возведение и реконструкцию зданий и сооружений, предназначенных для обслуживания сельскохозяйственного производства и удовлетворения жилищных, культурно-бытовых потребностей сельского населения.

*Жилищно-гражданское* строительство включает возведение жилых и общественных зданий.

На практике эти виды строительства зачастую тесно переплетаются. Например, наряду со строительством нового крупного промышленного предприятия сооружаются внешние подъездные автомобильные и железнодорожные пути, общественные здания.

В черной металлургии существуют следующие формы воспроизводства основных фондов: новое строительство, расширение действующих предприятий, их реконструкция и техническая модернизация, поддержание действующих мощностей.

К *новому* относится строительство комплекса объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения вновь создаваемых предприятий, которое осуществляется на новых площадках в



целях создания новой производственной мощности. Если намечается вести строительство очередями, то и первая и последующие очереди до ввода в действие всех запроектированных мощностей предприятия относятся к новому строительству.

Кроме того, новым считается строительство на новой площадке действующего предприятия такой же или большей мощности (производительности) и пропускной способности взамен ликвидируемого, дальнейшая эксплуатация которого по техническим, экономическим, производственно-технологическим или экологическим условиям признана нецелесообразной.

*Расширение действующих предприятий* – это строительство дополнительных производств и цехов основного производственного назначения на территории предприятий или примыкающих к ним площадках в целях создания дополнительных или новых производственных мощностей, а также сооружение новых и расширение действующих цехов основного производственного назначения без одновременного частичного или полного обновления основных фондов этих цехов.

*К реконструкции действующих предприятий* относится переустройство существующих цехов, связанное с частичным или полным обновлением основных фондов цеха, с установкой дополнительных агрегатов и возможным расширением производственных площадей, осуществляемым в целях совершенствования технического уровня производства, увеличения производственных мощностей, улучшения качества, изменения номенклатуры продукции, устранения диспропорций в технологических звеньях и вспомогательных службах, а также строительство дополнительных агрегатов и объектов подсобного и обслуживающего назначения, как правило, без увеличения численности трудящихся.

К реконструкции действующих предприятий относится, кроме того, строительство цехов и сооружений основного производственного назначения взамен действующих, когда дальнейшая их эксплуатация экономически невыгодна, строительство новых отделений непрерывной разливки стали, термических отделений, участков прокатных цехов на отдельных площадках и объектов охраны окружающей среды.

*Техническая модернизация действующих предприятий* – это комплекс мероприятий по улучшению технико-экономических показателей отдельных производств, цехов и участков на основе внедрения передовой техники и технологии, механизации и автоматизации

производства, замены морально и физически устаревшего оборудования новым, более совершенным, а также по развитию общезаводского хозяйства и вспомогательных служб.

Техническая модернизация осуществляется по проектам и сметам на отдельные объекты или виды работ, разрабатываемым на основе единого ТЭО и в соответствии с планом повышения технико-экономического уровня предприятия с общим сроком окупаемости по ТЭО до шести лет.

Реконструкция и техническая модернизация предприятий имеют много преимуществ по сравнению с новым строительством аналогичных предприятий или расширением действующих производств. К ним, в частности, относятся: сокращение сроков ввода в эксплуатацию производственных мощностей благодаря уменьшению объема работ, обусловленного использованием существующих промышленных зданий и сооружений, привлечение для выполнения некоторых работ квалифицированных кадров предприятия. Все это способствует сокращению удельных капитальных вложений. Однако реконструкция требует более глубокой, чем при новом строительстве, проектной проработки, поскольку необходима увязка с действующими оборудованием, коммуникациями и сооружениями. Кроме того, из-за малых производственных площадей ограничиваются возможности использования современных средств механизации строительства, унифицированных строительных конструкций и отдельных видов нового технологического оборудования.

Строительство осуществляется тремя способами: подрядным, хозяйственным и смешанным.

При подрядном строительстве монтажные и специальные работы выполняются действующими подрядными строительными или монтажными организациями, которые располагают материально-технической базой, квалифицированными кадрами и проводят работу по договору с заказчиком. Этот способ позволяет применять современную технику, технологию и прогрессивные методы организации труда, сокращает сроки строительства и ввода в эксплуатацию объектов, продолжительность освоения капитальных вложений.

При *хозяйственном* способе все виды строительномонтажных работ осуществляются силами и средствами предприятия или организации, для которой сооружается объект. Таким способом выполняют относительно небольшие реконструкции действующих предприятий, ремонтные работы, возводят небольшие объекты.

*Смешанный* сочетает элементы обоих вышеописанных способов, т. е. строительство ведется подрядным способом, но часть работ выполняется собственными силами.

Рассмотрим основные понятия, используемые при организации промышленного строительства.

*Заказчик-застройщик* вновь строящегося или реконструируемого предприятия промышленности – это организация (или частное лицо), осуществляющая капитальные вложения в создание новых предприятий, зданий и сооружений на отведенном ей по государственному акту землепользования участке или реконструкцию, техническое перевооружение и расширение вводимых в эксплуатацию основных фондов. Заказчик-застройщик выполняет следующие работы: осуществляет выбор площадки строительства; заключает договоры со строительными, проектными и машиностроительными организациями и предприятиями; ведет контроль за исполнением договорных обязательств; составляет задания на проектирование, технический надзор за качественным осуществлением проекта; принимает строительно-монтажные работы и завершенные объекты в эксплуатацию. Руководит застройкой дирекция строящегося или действующего предприятия.

*Генеральная проектная организация* выполняет изыскания и разрабатывает проект строительства предприятий и сооружений. Для этих работ она может привлекать на правах субподрядчика специализированные изыскательские и проектные организации.

*Научно-исследовательские организации* осуществляют разработку технологических данных, выполняют другие научно-исследовательские работы, необходимые для реализации проекта.

*Генеральная подрядная строительная организация* (генеральный подрядчик) согласно договору, заключенному с заказчиком, обязуется своими силами и средствами построить и сдать последнему в установленные сроки и в подготовленном к вводу в действие виде предприятие, здание, сооружение или же произвести их расширение (реконструкцию).

*Машиностроительные заводы* изготавливают и поставляют технологическое, подъемно-транспортное и специальное оборудование, необходимое для осуществления строительства.

*Пусконаладочные специализированные организации* выполняют наладку оборудования и его опробование.

Помимо перечисленных, в процессе промышленного строительства участвуют также заводы – изготовители стальных и железобетонных конструкций.

бетонных конструкций и органы государственного надзора (Государственный санитарный надзор, Государственный пожарный надзор, Государственный газовый надзор, Гостехгорнадзор, технический надзор, инспекции по использованию и охране водных ресурсов и др.).

### 1.1.3. Организация проектирования

В обязанности генерального проектировщика входит обеспечение разработки в установленные сроки, на высоком техническом уровне и с высокой экономической эффективностью комплексной проектно-сметной документации на строительство и реконструкцию предприятий. Он выполняет технологическую часть проекта. Остальные разделы проекта выполняют либо специализированные отделы этого института, либо по его поручению специализированные проектные организации.

Генеральный проектировщик осуществляет организацию, координацию и техническое руководство разработкой проекта, контролирует качество и сроки выполнения работ специализированными проектными институтами, согласовывает проекты с заинтересованными организациями и защищает их в утверждающих инстанциях. Генеральному проектировщику предоставлено право приостанавливать производство отдельных видов строительно-монтажных работ, выполняемых с недопустимыми отступлениями от утвержденного проекта или с нарушением технических условий и правил производства.

Проектные организации и их должностные лица несут ответственность за экономичность, надежность, безопасность, долговечность запроектированных объектов, полноту и эффективность предусмотренных в проектах мероприятий по охране здоровья трудящихся и окружающей природной среды, за соблюдение нормативных материалов по проектированию, соответствие мощностей и других технико-экономических показателей введенных в эксплуатацию объектов мощностям и показателям утвержденных проектов, а также за решение всех вопросов, возникающих в процессе строительства, приемки объектов в эксплуатацию и освоения их проектных мощностей.

Заказчик-застройщик и руководители проектной организации на протяжении всего периода проектирования и строительства несут ответственность за соблюдение технико-экономических показателей строящегося предприятия, качество, своевременную разработку и комплектность проектно-сметной документации, правильное установление сметной стоимости и очередности строительства, а также

за внесение в проектно-сметную документацию в установленный срок изменений, оговоренных в заключении экспертизы. Заказчик-застройщик несет ответственность за своевременную выдачу проектной организации исходных данных для проектирования, подготовку к эксплуатации строящихся предприятий (укомплектование кадрами, обеспечение сырьем, энергоресурсами и др.), проведение комплексного опробования оборудования и наладку технологических процессов, ввод в эксплуатацию производственных мощностей и объектов, за выпуск продукции и освоение проектных мощностей в установленные сроки.

Строительные и монтажные организации несут ответственность за качественное выполнение строительно-монтажных работ в предусмотренные проектом сроки и соответствие их проектно-сметной документации.

Научно-исследовательские организации, выдающие технологические исходные данные, отвечают за их соответствие последним достижениям научно-технического прогресса.

В черной металлургии ведутся работы по созданию систем автоматизированного проектирования (САПР) цехов и заводов, которые уже используются при разработке отдельных частей проектов.

#### 1.1.4. Технология и организация выполнения проекта

Независимо от типа цеха и стадии проектирования любая проектная работа включает в себя ряд этапов, выполняемых во взаимосвязи и логической последовательности.

*Первый этап* – подготовительные работы. В этот период заключаются договоры с заказчиком проекта и соисполнителями разработки отдельных его частей на финансирование проектно-исследовательских работ, уточняются сроки получения технологического задания и исходных данных по оборудованию от заказчика и машиностроительных заводов, утверждается задание на проектирование, разрабатываются исходные требования к технологическому оборудованию или техническое задание на его проектирование и изготовление, утверждаются графики выполнения проектных работ, рассматривается и согласовывается технологическое задание.

*Второй этап* – разработка технических решений по основному объекту комплекса. На данном этапе с учетом анализа предыдущих проектов, технологического задания и состояния достижений

науки и техники намечаются возможные варианты строительства объекта, осуществляется их предварительная проработка и технико-экономический анализ, выбирается оптимальный вариант, принятый в дальнейшем к проектированию.

*Третий этап* – выдача заданий на выполнение специализированных частей проекта. В этот период завершается разработка основных технологических чертежей по главному объекту комплекса, определяются потребности в материалах, энергии, выдаются задания специализированным отделам проектного института или специализированным организациям на выполнение соответствующей стадии технической документации по зданию, фундаментам, энергообеспечению, ремонтному и инструментальному обеспечению и т. п.

*Четвертый этап* – разработка специализированных частей проекта с рассмотрением и выбором вариантов по каждому разделу (например, выбор варианта конструкции здания или энергообеспечения и т. п.), а также выдачей необходимых вторичных заданий. Ведущие (технологические) отделы рассматривают, увязывают и согласовывают специализированные части проекта, выполненные по их заданиям.

*Пятый этап* – завершение разработки специализированных частей и выпуск комплексного проекта. На данном этапе выдаются чертежи, сметы и спецификации по каждой части проекта с учетом взаимной увязки с работами смежников, экономическая часть и проект организации строительства.

На каждом этапе осуществляется технико-экономическая оценка рассматриваемых проектных решений.

Организация выполнения работ на всех этапах проектирования регламентируется директивными и детальными графиками. В директивных устанавливаются сроки: получения проектными институтами исходных данных, выдачи заданий, промежуточных чертежей, согласований между организациями-разработчиками, выдачи проекта в целом и отдельных его частей. В детальных графиках определяется взаимодействие между отделами института, участвующими в разработке проекта, и устанавливаются сроки разработки чертежей, смет и спецификаций по каждому элементу проектирования.