

## Оглавление

Введение .....	6
Глава 1. Общие понятия и порядок проектирования.....	10
1.1. Основные понятия и определения .....	10
1.2. Предпроектные работы .....	21
1.3. Задание на проектирование .....	24
1.4. Рабочий проект (проект) и рабочая документация .....	26
Глава 2. Методологические принципы разработки проекта машиностроительного производства.....	30
2.1. Основы анализа и синтеза производственной системы .....	30
2.2. Принципы формирования производственных участков и цехов .....	40
2.3. САПР производственных систем.....	51
Глава 3. Проектирование основной системы.....	58
3.1. Технологичность конструкций изделий .....	58
3.2. Технологический процесс как основа создания производственной системы .....	62
3.3. Состав и количество основного оборудования в поточном производстве .....	87
3.4. Состав и количество основного оборудования в непоточном производстве .....	104
3.5. Расчет количества основных рабочих операций .....	114
3.6. Принципы построения производственных участков .....	116
3.7. Разработка требований к условиям работы основного оборудования .....	125
Глава 4. Инструментальное обеспечение машиностроительного производства.....	135
4.1. Функции и структура системы инструментообеспечения .....	135
4.2. Проектирование отделения сборки и настройки инструментов .....	143
4.3. Проектирование отделения обслуживания инструментом производственных участков.....	147
4.4. Проектирование отделений по восстановлению инструмента и ремонту оснастки.....	172

Глава 5. Метрологическое обеспечение производства.....	176
5.1. Основные технико-организационные направления автоматизации контрольных операций .....	176
5.2. Структура системы контроля качества изделий.....	181
5.3. Основные параметры и планировочные решения системы контроля качества изделий.....	183
Глава 6. Проектирование складской системы .....	193
6.1. Принципы построения и структура складской системы .....	193
6.2. Расчет основных параметров автоматизированных складов.....	195
6.3. Проектирование отделения по подготовке транспортных партий .....	208
6.4. Построение накопительной системы на производственных участках.....	210
6.5. Компоновочно-планировочные решения складской системы .....	214
Глава 7. Система охраны труда персонала.....	218
7.1. Назначение и структура системы охраны .....	218
7.2. Основные принципы размещения помещений и средств охраны труда.....	224
Глава 8. Синтез производственной системы.....	229
8.1. Компоновочно-планировочные решения производственной системы .....	230
8.2. Проектирование транспортной системы .....	245
8.2.1. Назначение и классификация транспортных систем .....	245
8.2.2. Основные направления проектирования транспортной системы .....	250
8.2.3. Схема материальных потоков и технологический процесс транспортирования .....	251
8.2.4. Определение состава и основных характеристик элементов транспортной системы .....	253
8.2.5. Внутрицеховая и межоперационная транспортные системы.....	258
8.3. Техническое обслуживание машиностроительного производства.....	300
8.4. Система управления и подготовки производства .....	333
8.4.1. Назначение, принципы и методика построения системы управления производством .....	333

8.4.2. Управление основным и вспомогательными процессами .....	342
8.4.3. Организационно-техническая подготовка производства .....	358
8.4.4. Оперативно-календарное планирование, учет и диспетчирование производственного процесса .....	363
8.4.5. Программное обеспечение производственного процесса и выбор технических средств сбора, передачи и обработки информации .....	369
8.5. Моделирование работы производственной системы.....	381
Глава 9. Разработка заданий по строительной, санитарно-технической и энергетической части. Экономическое обоснование проекта.....	397
9.1. Основные данные для проектирования строительной части.....	397
9.2. Разработка заданий по санитарно-технической и энергетической частям проекта .....	405
9.3. Технико-экономическая оценка проекта .....	407
Список литературы .....	412

## Введение

Дальнейшее развитие и повышение эффективности машиностроения, являющегося основным источником создания материальных благ для людей, возможно при существенном росте уровня автоматизации производственного процесса. В последние годы широкое распространение получили работы по созданию новых высокоеффективных автоматизированных машиностроительных производств и реконструкции действующих производств на базе использования современного оборудования и средств управления всеми этапами производства. Ближайшей перспективой является создание и внедрение в машиностроении производственного оборудования, оснащенного системами числового программного и адаптивного управления, микропроцессорной техникой, и создания на его базе автоматизированных производств, управляемых от ЭВМ.

Проектируемые и реализуемые производственные процессы должны обеспечивать решение следующих задач: выпуск продукции необходимого качества, без которого затраченный на нее труд и материальные ресурсы будут израсходованы бесполезно, требуемое количество изделий в заданный срок при минимальных затратах живого труда и вложенных капитальных затратах.

Технологическое проектирование машиностроительного производства прошло путь от систематизации практического опыта в области проектирования до создания научной дисциплины, которая занимается изучением закономерностей, действующих в производственном процессе изготовления изделий, с целью использования их при создании производства, обеспечивающего требуемое качество и количество изделий с наибольшей прибылью, и выполнения всех требований по безопасности работы персонала и экологии.

Впервые сформулированы научные положения по технологическому проектированию машиностроительного производства отечественными учеными И. И. Тиме, А. П. Гавриленко и М. Е. Егоровым [28]. Дальнейшее накопление опыта отечественных и зарубежных исследователей и машиностроителей позволило создать стройную методологию проектирования производственных систем с заданными свойствами. На ее основе производят построение новых, реконструкцию и техническое перевооружение действующих производств. Постоянное внимание следует уделять вопросам реконструкции и техническому перевооружению предприятий, так как средства, выделенные на эти цели, окupаются в среднем в три раза быстрее, чем при создании аналогичных мощностей за счет нового строительства. Однако при этом следует учитывать степень изношенности материальных средств и срок эксплуатации производственной системы, так как в ряде случаев экономически целесообразным все-таки становится создание новых производств.

Современные требования к значительному увеличению производительности труда, расширению номенклатуры выпускаемых изделий, повышению их качества, интенсивное развитие технических средств и методов производства изделий вынуждают постоянно совершенствовать методику проектирования

и использовать в проектных работах математическое моделирование и средства вычислительной техники.

Проектированием машиностроительного производства занимается ряд проектных институтов ГИПРО и ОРГ по отраслям машиностроения, которые на основе изучения специфики отрасли используют при проектировании последние достижения науки и техники, внедряют новые безотходные и ресурсосберегающие технологии, широко применяют типовые проекты, унифицированные конструкции, системы автоматизированного проектирования (САПР), а также поддерживают тесную связь с научно-исследовательскими, проектно-конструкторскими, строительными организациями и машиностроительными предприятиями в целях быстрейшего внедрения в проекты результатов их работ. Эти проектные институты принимают участие в разработке заданий на проектирование, выборе площадки для строительства или обследовании действующего производства при реконструкции и техническом перевооружении, определении объемов, этапов и стоимости проектных и изыскательских работ. Они выдают заказчику технические требования на разработку специального производственного оборудования, определяют объемы строительно-монтажных работ, состав и число оборудования, комплектующих изделий и материалов, обеспечивают патентную чистоту проектных решений, строительные организации технической документацией в сроки, установленные договором, участвуют в приемке в эксплуатацию объектов строительства и освоении проектных мощностей, организуют авторский, а в необходимом случае и технический надзор за строительством.

Основой производственного процесса является подробно разработанная технологическая часть, что свидетельствует о приоритетной роли технолога в процессе изготовления изделий машиностроения. Активное участие технолог должен принимать не только при создании основной (технологической) системы, но и при проектировании таких вспомогательных систем, как системы инструментообеспечения, контроля качества изделий, складской, охраны труда обслуживающего персонала, транспортной, технического обслуживания и управления, а также подготовки производства.

Таким образом, круг задач, стоящий перед технологом, не ограничивается только умением проектировать технологические процессы изготовления изделий; он должен решать весь комплекс вопросов, связанных с построением производственного процесса: хорошо разбираться в экономике, организации и управлении производством. Необходимость решения подобных вопросов возникает при работе на промышленных предприятиях, в проектных организациях, научных институтах, планирующих ведомствах и учреждениях.

Очевидно, что круг задач эффективной эксплуатации производственных систем весьма широк, эти задачи сложны и многообразны, особенно если учесть масштабы современного производства и уровень техники, и решение их требует от технолога широкого кругозора и глубоких знаний различных

дисциплин. Дисциплина «Проектирование машиностроительного производства» является профилирующей и завершающей в системе подготовки дипломированных инженеров по направлению 15.05.01 — «Проектирование технологических машин и комплексов» и бакалавров по направлению подготовки 15.03.05 — «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства» и базируется на знании всех предыдущих дисциплин.

Совершенствование машиностроительного производства происходит в результате обобщения опыта использования новейших средств производства и комплексной автоматизации производственных процессов на базе применения промышленных роботов, автоматических транспортных средств, контрольно-измерительных машин и т. п. В дальнейшем это позволит создавать интегрированные производства, обеспечивающие автоматизацию основных и вспомогательных процессов и при минимальном участии человека в производственном процессе, выпускать изделия требуемого качества и в необходимом объеме. Проектирование подобных производств должно вестись на базе современных подходов к принятию проектных решений, в частности использование системно-модульного принципа построения производственных систем и формализация отдельных этапов проектирования, что позволит сократить сроки проектирования, повысить его качество и автоматизировать процесс проектирования.

Основная цель дисциплины — дать в систематизированном изложении современные методы проектирования, основанные на последних достижениях науки и техники, сформировать системное представление об автоматизированном изготовлении изделий в поточном и многономенклатурном производстве, а также научить четко формулировать исходные данные и пользоваться ими на всех этапах проектирования, начиная с разработки аванпроекта и заканчивая созданием рабочей документации.

При раскрытии сущности производственного процесса, протекающего в машиностроительном производстве, особое внимание следует уделять совокупности взаимосвязанных этапов производственного процесса, в результате которых получается готовая продукция, взаимосвязи количественных и качественных изменений объекта производства, взаимодействию основной и вспомогательных систем, построению материальных, энергетических и информационных потоков и критериальной оценке принимаемых решений.

Четкое усвоение основ производственных процессов на уровне производственного участка и цеха, умение грамотно производить технико-экономический анализ принимаемых решений позволит повысить эффективность машиностроительного производства.

В настоящее время идет интенсивное расширение номенклатуры производимых изделий и увеличение общего их количества. Наряду с этим возрастают требования к качеству изделий. Это влечет за собой необходимость по-

вышения точности технологического оборудования, его мощности, быстродействия, степени автоматизации и экологической чистоты всей производственной системы.

Существенным является и то, что рост стоимости производственного оборудования опережает повышение уровня его точности и производительности. Естественно, что в таких условиях без достаточно высокой надежности работы всей производственной системы нельзя рассчитывать на эффективное ее функционирование. Широкая номенклатура выпускаемых изделий требует высокой гибкости производственной системы, т. е. быстрой перенастройки производственного процесса. Из этого следует, что принимаемые технико-организационные решения должны приниматься оперативно. В этих условиях неоптимальные решения значительно снижают потенциальную возможность используемой производственной системы. Причем, чем сложнее эта система, тем потери будут значительнее.

Решение указанных проблем видится в углублении познаний о закономерностях в производственных процессах и производстве в целом.

С учетом сказанного учебник построен в следующей последовательности. В главе 1 изложены общие понятия и порядок проектирования машиностроительного производства. В главе 2 рассмотрена методология проектирования машиностроительных предприятий, на основе которой рассмотрены все остальные главы. В главе 3 рассматриваются вопросы проектирования основной системы поточного и многономенклатурного производства. Проектирование инструментального обеспечения машиностроительного производства изложено в главе 4. Вопросы организации метрологического обеспечения рассмотрены в главе 5. Проектирование складского хозяйства машиностроительного производства приведено в главе 6. Исходя из того, что все современные производства человеко-машические, в главе 7 рассмотрены вопросы охраны труда на машиностроительном предприятии, а в главе 8 — синтез производственной системы и проектирование системы управления и подготовки производства. Заключительная глава 9 посвящена разработке заданий по строительной, санитарно-технической и энергетической части, а также экономическому обоснованию проекта.

## Глава 1. Общие понятия и порядок проектирования

### 1.1. Основные понятия и определения

Производство имеет два смысловых значения. Первое соотносится с понятиями «предприятие», « завод», «цех», «участок» и другими, а второе — с понятием «процесс», например производственный процесс или процесс производства. Рассмотрим смысл первого понятия.

**Производство** — технико-организационное подразделение труда, предназначенного для изготовления продуктов труда. Очевидно, что более конкретное определение производства зависит от структурного иерархического уровня данного подразделения и его предметной содержательности.

**Машиностроительное производство**, состоящее из комплекса производственных участков и вспомогательных подразделений, в котором протекают производственные процессы изготовления изделий, представляет собой сложную динамическую систему, структура и параметры которой находятся в непосредственной зависимости от сложности конструкции, номенклатуры выпускаемой продукции и характеристик производственного процесса ее изготовления.

**Производственным процессом** в машиностроении называется совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов. В основу производственного процесса положен технологический процесс изготовления изделий, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства. Для обеспечения бесперебойного выполнения технологического процесса изготовления изделия в машиностроительном производстве служат вспомогательные процессы.

Каждый производственный процесс обладает определенным качеством. **Качество процесса** — это совокупность свойств, выражаемая системой показателей, включающей четыре группы: качественные, количественные, временные и затратные.

**Жизненный цикл производственного процесса** — упорядоченная во времени последовательность характерных состояний основных параметров производственного процесса, начиная с момента его создания до завершения использования (рис. 1.1).

К основным этапам производственного процесса могут быть отнесены следующие: получение и складирование полуфабрикатов, доставка их к рабочим позициям (местам), различные виды обработки, перемещение полуфабрикатов между рабочими местами (позициями), контроль качества полуфабрикатов, хранение их на складах, сборка изделий, испытание, регулировка, окраска, отделка, упаковка и отправка.

Различные этапы производственного процесса изготовления изделий на машиностроительном заводе могут выполняться в отдельных цехах или в одном цехе. В первом случае производственный процесс изготовления продукции делят

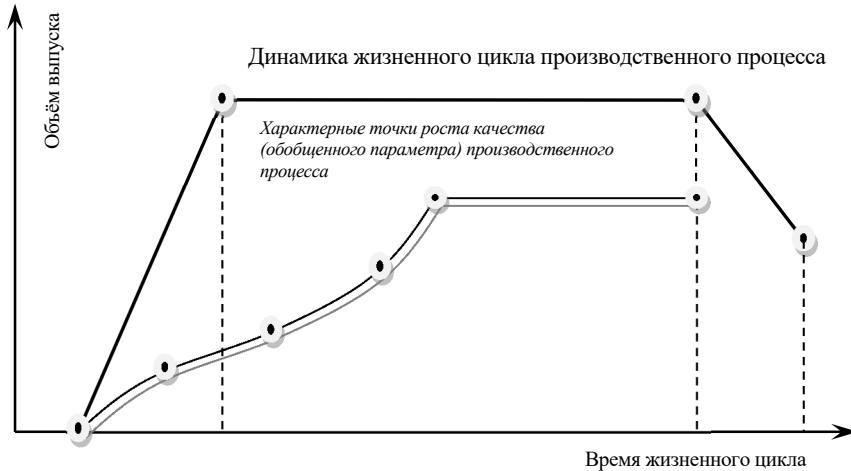


Рисунок 1.1. Схема динамики жизненного цикла производственного процесса

на части и соответственно называют производственным процессом, выполняемым, например, в заготовительном, сборочном, механическом цехе и т. д. Во втором случае процесс называют комплексным производственным.

Производственные процессы делятся на поточные и непоточные. Под **поточным** производственным процессом понимают такой процесс, при котором полуфабрикаты в процессе их производства находятся в движении, причем это движение осуществляется с постоянным тaktом в рассматриваемый промежуток времени. Это значит, что поступившая, например, на первую операцию заготовка сразу же после окончания ее передается на вторую, после второй на третью и т. д. до последней операции. Время хранения полуфабриката между операциями в таких случаях равно или кратно такту. **Ритм выпуска** — количество изделий или полуфабрикатов определенных наименований, типо-размеров и исполнений, выпускаемых в единицу времени. Под **многономенклатурным** производством понимают такое производство, при котором полуфабрикаты в производственном процессе находятся в движении с различной продолжительностью операций и времени хранения между ними. На одном и том же машиностроительном предприятии может быть организовано как поточное, так и многономенклатурное производство.

Для каждого производства устанавливают определенную **программу выпуска**, под которой понимают совокупность изделий установленной номенклатуры, выпускаемых в заданном объеме в год. Число изделий, подлежащих изготовлению в установленную календарную единицу времени (год, квартал, месяц), называют **объемом выпуска**. **Серия** — общее количество изделий, подлежащее изготовлению по неизменяемым чертежам.

Каждое машиностроительное производство обладает определенной **производственной мощностью**, под которой понимают максимально возможный

выпуск продукции установленной номенклатуры и количества, который может быть осуществлен за определенный период времени при выбранном режиме работы, полном использовании оборудования, площадей и других средств производства, применения передовой технологии и совершенной организации производства. Различают действительную и проектную мощность. Проектная мощность есть установленная в проекте строительства или реконструкции производства производственная мощность, которая должна быть достигнута при условии обеспечения производства принятыми в проекте средствами производства, кадрами и организации производства. Производственная мощность действующего производства не является постоянной и зависит от технического уровня работающих, уровня использования основных и оборотных фондов, сменности работы, уровня механизации и автоматизации производства и других факторов.

Изготовление изделий занимает определенное время. Календарное время изготовления изделий от начала производственного процесса до его окончания принято называть **производственным циклом**. Например, производственный цикл изготовления машины — промежуток календарного времени, начиная от запуска в производство первой заготовки до отправки изделия за пределы машиностроительного производства. Цикл может быть расчетный (нормированный) и фактический. При непериодически повторяющихся процессах правильнее использовать термин «продолжительность процесса», а не «цикла».

Движение полуфабрикатов в производстве может осуществляться поштучно или партиями. **Производственной партией** принято называть определенное число полуфабрикатов одного наименования и типоразмера, запускаемых в изготовление в течение определенного интервала времени, при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию. Для выполнения производственного процесса должны быть соответствующим образом оборудованы рабочие места (позиции) [23]. В зависимости от содержания операции и организации ее проведения на **рабочем месте (позиции)** могут быть расположены основное оборудование, накопители с полуфабрикатами, один рабочий или группа рабочих, режущий, сборочный и контрольно-измерительные инструменты, средства охраны труда, средства автоматической загрузки и разгрузки оборудования (роботы, манипуляторы, автоматические агрегаты загрузки), средства технического обслуживания, элементы системы управления. В качестве примера на рисунке 1.2 показана одна из рабочих позиций.

Исходя из организационных соображений, несколько рабочих мест (позиций) объединяют, образуя производственный участок, выполняющий свое целевое назначение. **Производственным участком** называют часть объема цеха, в котором расположены рабочие места (позиции), объединенные транспортно-накопительными устройствами, средства технического, инструментального и метрологического обслуживания, средства управления участком и охраны труда и на котором осуществляются технологические процессы изготовления изделий.

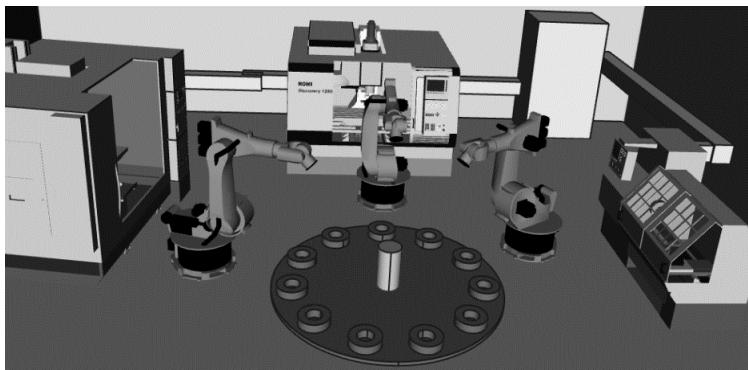


Рисунок 1.2. Рабочая позиция

Более крупной организационной единицей является **производственный цех**, который представляет собой производственное административно-хозяйственное обособленное подразделение завода. Цех включает в себя производственные участки, вспомогательные подразделения, служебные и бытовые помещения.

Вспомогательные подразделения создают для обслуживания и обеспечения бесперебойной работы производственных участков. К ним относятся: отделение по восстановлению режущего инструмента, контрольное и ремонтное отделения, отделение для приготовления и раздачи смазывающе-охлаждающих жидкостей и др.

Состав производственных участков и вспомогательных подразделений определяется конструкцией изготавляемых изделий, технологическим процессом, программой выпуска и организацией производства.

По характеру выполняемой работы производственное оборудование делят на **основное (технологическое) и вспомогательное**. К основному относят производственное оборудование, непосредственно выполняющее операции технологического процесса. Вспомогательное оборудование — это оборудование, не участвующее непосредственно в технологическом процессе изготовления изделий, но выполняющее обслуживание основного оборудования.

За **общую площадь цеха** в технологических расчетах принимают сумму производственной и вспомогательной площадей (без служебно-бытовой площади).

В состав **производственной площади цеха** включают площади, занимаемые рабочими местами (позициями), вспомогательным оборудованием, находящимся на производственных участках, проходами и проездами между оборудованием внутри производственных участков (кроме площади магистрального проезда).

На **вспомогательных площадях** размещают все оборудование и устройства вспомогательных систем, не расположенные на производственных участках, а также магистральные и пожарные проезды.

Для движения автопогрузчиков, грузовых автомобилей и уборочных машин в цехах создают **магистральные проезды**.

На служебно-бытовой площади цеха размещают административные и бытовые помещения. К **административным помещениям** относят площадь, занятую административными службами цеха. В эту же площадь включают и площади конструкторских и технологических бюро, размещаемых в цехе. **Бытовой** называют площадь помещений, предназначенных для удовлетворения санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд персонала цеха.

Для осуществления производственных процессов в машиностроительном производстве предусмотрен определенный штат персонала, которых делят на следующие категории: основные (производственные) и вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП). **Основные рабочие** — это рабочие механосборочного производства, непосредственно выполняющие операции технологического процесса по изготовлению продукции.

**Вспомогательные рабочие** в машиностроительном производстве — это рабочие, не принимающие непосредственного участия в выполнении операций по изготовлению производственной программы выпуска продукции, а занятые обслуживанием технологических процессов.

**Инженерно-техническими работниками** (ИТР) называют работников, выполняющих обязанности по управлению, организации и подготовке производства и занимающих должности, для которых требуется квалификация инженера или техника.

К **служащим** относят работников, выполняющих в соответствии с занимаемой должностью административно-хозяйственные функции, ведущих финансирование, учет и статистический учет, решающих социально-бытовые и подобные вопросы.

**Младший обслуживающий персонал** (МОП) составляют сторожа, гардеробщики и уборщики бытовых и конторских помещений.

Одним из этапов проектирования машиностроительного производства является компоновка цеха. Под **компоновкой** цеха понимают взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистральных проездов и служебно-бытовых помещений на площади цеха. После проведения компоновки цеха осуществляют планировку оборудования на нем. Под **планировкой** цеха понимают взаимное расположение основного и вспомогательного оборудования на площадях цеха.

Одним из показателей организации производственного процесса является **величина материального потока**, под которой понимают сумму однородных грузов (в тоннах, штуках), перемещаемых в определенном направлении между отдельными пунктами погрузки и выгрузки в единицу времени (час, смену, сутки и т. д.). Материальный поток характеризуется следующими характеристиками:

- пространственными (маршруты потока, их расположение);
- организационными (вид груза, способ и направление его перемещения, величина и состав транспортной партии, условия перемещения груза);

– временными (затраты времени на транспортирование, временная структура процесса транспортирования, интенсивность грузопотока).

Под **интенсивностью** материального потока понимается число транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени.

Перемещение грузов осуществляется **транспортными партиями**, под которыми понимают сумму одновременно перемещаемых грузов транспортным средством.

Машиностроительное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько пролетов. **Пролетом** называют часть здания, ограниченную в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн. Расстояния между осями колонн в продольном направлении называют **шагом колонн**, а в поперечном направлении — **ширина пролета**. Расстояния между осями колонн в поперечном и продольном направлениях образуют **сетку колонн**. Под **высотой пролета** понимают расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

**Проект** — совокупность конструкторской и технологической документации, содержащей принципиальное или окончательное решение производственной системы.

Проект можно рассматривать как комплекс технических документов, содержащих описание, расчеты, чертежи, макеты зданий и сооружений, предназначенных к постройке или реконструкции [44].

Таким образом, проект основан на выборе инженерных решений и строительных конструкций для создания объемно-пространственной, эстетически и технически совершенной композиции промышленного предприятия, удовлетворяющего требованиям экономики и современной организации строительства.

При проектировании современного машиностроительного производства следует ориентироваться на комплексную автоматизацию. Уровень автоматизации основных и вспомогательных процессов, определяемый из технико-экономических соображений, должен быть по возможности одинаков, так как производительность всего автоматизированного производства будет в значительной мере определяться наиболее «слабым» звеном в производственной цепочке. Поэтому даже самые современные станки и передовые технологии не обеспечат должного эффекта без надлежащей автоматизации вспомогательных процессов, протекающих в машиностроительном производстве.

Проектирование и строительство всех промышленных объектов осуществляют на основе утвержденных государственными органами норм и предписывающих документов, сгруппированных по видам, направлениям проектной строительной деятельности и отраслям промышленности (рис. 1.3) [47].

При проектировании цехов и участков одновременно разрабатывают и решают ряд задач, к которым различные авторы относят: экономические, технические и организационные задачи (табл. 1.1) [15].



Рисунок 1.3. Нормативные документы в строительстве

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)