

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

**С.А. Медведева**

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

**Учебное пособие**



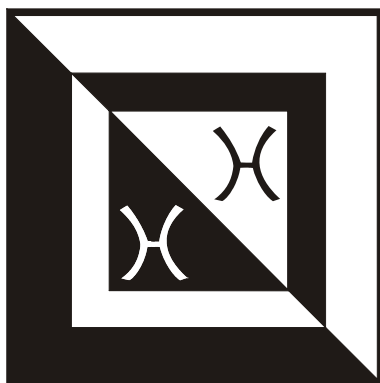
**Санкт-Петербург**

**2010**

**С.А. Медведева**

**Основы технической подготовки производства**

**Учебное пособие**



**Санкт-Петербург**

**2010**

**С.А. Медведева**

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

**Учебное пособие**



**Санкт-Петербург**

**2010**

Медведева С.А. Основы технической подготовки производства / Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 69 с.

Учебное пособие по дисциплине «Основы технической подготовки производства» для студентов всех форм обучения по специальности 080507.65 «Менеджмент организации» составлены в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.03.2000.

Учебное пособие по дисциплине «Основы технической подготовки производства» для студентов всех форм обучения по специальности 080507.65 «Менеджмент организации» составлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.03.2000.

Рекомендовано к печати Ученым советом Гуманитарного факультета, протокол №1 от 29 января 2010 года.



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики» на 2009–2018 годы.

© Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2010

© Медведева С.А., 2010

## Содержание

Введение.....	4
Понятие технической подготовки производства .....	5
Краткая характеристика технической подготовки производства .....	6
Понятие системы СОНТ .....	8
Научная подготовка производства (НПП).....	10
Конструкторская подготовка производства (КПП) .....	18
Технологическая подготовка производства (ТПП) .....	25
Организационная подготовка производства (ОПП) .....	39
Производственная мощность .....	42
Основные нормы и нормативы технической подготовки производства.....	47
Планирование технической подготовки производства .....	54
Заключение .....	62
Список использованной литературы.....	63

## **Введение**

В учебном пособии изложен краткий теоретический материал по дисциплине «Основы технической подготовки производства» для студентов всех форм обучения по специальности 080507.65 «Менеджмент организации».

В учебном пособии рассмотрены сущность, организация и планирование технической подготовки производства, функционирующего в современных условиях рыночной экономики. Изложены содержание и стадии подготовки к производству нового продукта, основные нормы и нормативы производственной деятельности, сущность и значение производственной мощности, раскрыт процесс планирования научно-технической и организационной деятельности предприятия.

Учебное пособие для студентов всех форм обучения по специальности 080507.65 «Менеджмент организации» составлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.03.2000.

## **Понятие технической подготовки производства**

**Подготовка производства** — комплекс взаимосвязанных организационных, технических, технологических, плановых, экономических и других мероприятий, обеспечивающих выполнение производственной программы предприятием в необходимые сроки при минимальных затратах труда, материально-технических и других ресурсов.

**Главная задача подготовки производства** - создание и организация выпуска новых конкурентоспособных изделий.

**Цель подготовки производства** состоит в создании технических, организационных и экономических условий, полностью гарантирующих перевод производственного процесса на более высокий технический и социально-экономический уровень на основе достижений науки и техники, использования различных инноваций для обеспечения эффективной работы предприятия. Рассмотрим содержание основных стадий подготовки производства.

Деятельность предприятия по развитию его материально-технической базы, организации производства, труда и управления представляет собой **техническую подготовку производства**.

Различают техническую подготовку производства, включающую этапы проектирования и освоения выпуска новых изделий, и организационную, обеспечивающую нормальный ход технологического процесса.

**Техническая подготовка** осуществляется в целях эффективного освоения нового или модернизированного изделия, внедрения новых сложных машин и оборудования, новых технологических приемов и изменений организации производства. Она предусматривает разработку технологических процессов, проектирование оснастки, приспособлений и специального инструмента, необходимых для обеспечения технологического процесса, расчеты производственных мощностей, подготовку нормативной документации и т.д.

**Организационная подготовка** производства предусматривает координацию деятельности соответствующих служб в процессе выполнения производственной программы.

Организационная подготовка производства включает упорядочение сроков и маршрутов прохождения документации, организации документооборота, материально-технического снабжения. Работы по подготовке производства начинаются на стадии создания технической документации и образцов продукции.

На предприятиях разного типа, масштаба и профиля могут быть с разной полнотой представлены различные стадии подготовки производства; однако в любом случае существенная часть работы по организации производства находится в компетенции предприятия.

## Краткая характеристика технической подготовки производства

Влияние типа производства в особой степени сказывается на структуре технической подготовки производства. Это воздействие так значительно, что между процессами технической подготовки для массового, серийного и единичного производства мало общего. Основное содержание ТПП может быть представлено следующим примерным перечнем укрупненных работ:



Рис. 1. Типовой состав работ по технической подготовке производства на предприятии

Соответствующие *научно-исследовательские работы* (НИР) проводятся по результатам конкретных маркетинговых исследований относительно того или иного вида (типа) изделий. НИР, как правило, ведутся на крупных предприятиях, в структуру которых входит научно-исследовательская часть (НИЧ). Задачей НИР является реализация системы СОНТ – системы освоения новой техники. На стадии НИР разрабатываются обосновывающие материалы, проводятся расчеты, исследования и испытания изделий.

В процессе *конструкторской подготовки производства* создается комплекс конструкторской документации для изготовления и эксплуатации изделия (изделий). Задачей КПП является разработка новых видов продукции, совершенствование существующей техники, конструирование специальной оснастки, модернизация производства.



*Технологическая подготовка производства* обеспечивает необходимую готовность к выпуску продукции надлежащего качества и нужного объема.

В ходе технологической подготовки производства разрабатываются и внедряются новые технологии, проводится совершенствование существующей технологии, разрабатывается технологическая оснастка (небазовая).

*Организационно-плановая подготовка производства* включает комплекс работ по адаптации производственной и организационной структуры предприятия к выпуску новой (модернизированной) продукции.

Подготовка производства новой продукции в полном объеме может быть осуществлена на предприятиях с развитой научно-исследовательской и конструкторской базой. На большинстве предприятий основными составляющими являются технологическая и организационно-плановая подготовка производства.

## **Понятие системы СОНТ**

Решение социально-экономических задач развития страны во многом зависит от темпов развития науки и техники, эффективности научно-технического прогресса. Этот планомерный процесс развития новых научных направлений, создания более совершенных орудий и предметов труда, технологических процессов, методов организации производства, труда и управления обуславливает содержание и организацию **системы создания и освоения новой техники (СОНТ)**.

Необходимость совершенствования СОНТ обусловлена интеграцией науки, техники и производства, организацией научно-производственных объединений. От того, как организован процесс, зависят темпы освоения и выпуска новой продукции, развитие и совершенствование производства, его технико-экономический уровень, эффективность и возможность внедрения технических новшеств.

Цикл исследования – производство продукции включает процессы, осуществляемые в рамках системы СОНТ, а также производство изделия и его эксплуатацию. В процессе установившегося производства осуществляются модернизация и улучшения технико-эксплуатационных характеристик прибора. В период эксплуатации может выявиться необходимость в разработке, освоении и производстве нового изделия.

Система СОНТ совместно с процессами "производство" и "эксплуатация" изделия образуют непрерывный цикл "исследование - производство", осуществляющий последовательное обновление уровня производства и выпускаемой продукции. Выделяют четыре взаимосвязанные подсистемы СОНТ:

- научной подготовки производства (НПП);
- конструкторской подготовки производства (КПП);
- технологической подготовки производства (ТПП);
- организационной подготовки и освоения новой техники (ОПиОНТ).

Первые три подсистемы образуют научно-техническую подготовку производства (НТПП); вторая и третья - техническую подготовку производства (ТехПП).

**Главной целью системы СОНТ** является обеспечение полной готовности производства к выпуску конкретной продукции, соответствующей заданным техническим условиям, в запланированном количестве и в установленные сроки.

**Критерий достижения указанной цели** - минимум затрат ресурсов (финансовых, материальных, трудовых) и продолжительности цикла СОНТ.

Циклически повторяющийся процесс СОНТ можно представить в виде следующей схемы (рис. 2).

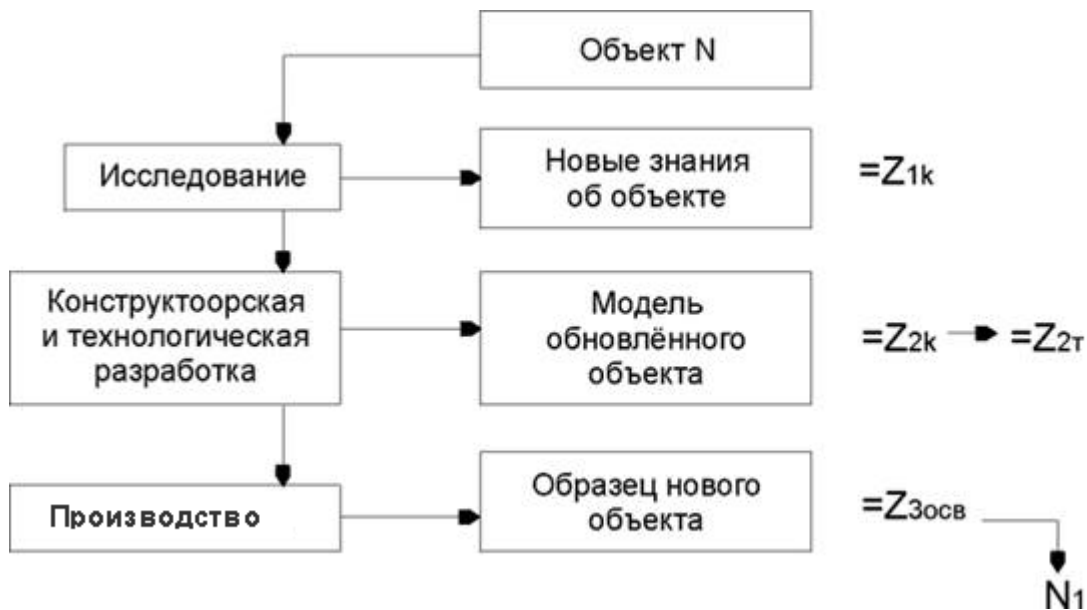
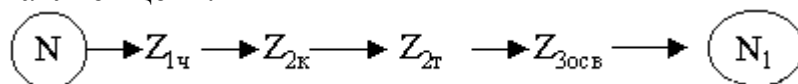


Рис. 2. Схема создания и освоения новой техники

Совокупность взаимосвязанных процессов научной, конструкторской, технологической подготовки и процесса освоения нового изделия представляет цепь:



Это способствует повышению технического уровня как продукции, так и самого производства, существенному сокращению цикла СОНТ.

Необходимость повышения эффективности производства требует постоянного совершенствования процесса СОНТ.

Общая направленность системы СОНТ должна сводиться к достижению в минимально допустимые сроки качественных и количественных характеристик продукта труда в соответствии с общественными потребностями, а также с учетом ресурсных и других ограничений путем последовательного накопления знаний о нем и преобразования их в материально-вещественный результат.

## Научная подготовка производства (НПП)

Одним из главных факторов успеха деятельности предприятия в условиях рынка является непрерывное обновление товаров и технологии производства, иными словами — создание, разработка, испытания в рыночных условиях, освоение производства новой продукции.

Научная подготовка производства является первичным компонентом системы СОНТ.

**НПП** – это совокупность взаимосвязанных процессов научного поиска и обоснования возможных направлений развития и создания новой техники, технологии и организации производства, обеспечивающих повышение эффективности как в сфере производства, так и в эксплуатации.

**Главная цель НПП** сводится к обоснованию возможных направлений развития принципиально новой техники в эксплуатации и производства, повышению научно-технического уровня и эффективности создаваемой техники в эксплуатации и производстве.

**Критериями достижения этой цели** выступают минимум затрат времени и средств на поиск и обоснование новых принципиальных направлений при максимальном использовании достижений научно-технической революции и обеспечение высокого качества и эффективности новой техники при минимуме затрат на разработку, производство и эксплуатацию.

В основе НПП лежат *научные исследования* (НИ). Их характерными чертами являются:

- сложный и комплексный характер;
- выполнение отдельными коллективами части (этапов) общей работы;
- использование результатов НИ либо как конечного продукта, либо как исходных данных для последующих НИ.

Научные исследования являются основой для развития предприятия, открывают новые возможности и потенциальные источники для коренного преобразования производства.

Научно-исследовательские работы (НИР) предназначены для определения наиболее совершенных методов создания новых изделий и технологических процессов, коренного улучшения уже выпускаемой продукции, материалов и способов их обработки. В ходе исследований изучается состояние, определяются пути и методы совершенствования организации и управления производством.

Новая продукция, создаваемая на базе новых идей, исследований и технических достижений, обеспечивает конкретный успех на рынках сбыта. Понятие цикл "НИР — производство" подразумевает тесную взаимосвязь научных исследований с их промышленным освоением. Полный комплекс работ по созданию и освоению новых товаров приведен на рис 3.

Научно-техническая подготовка производства и освоение новых товаров (НТПП)						
Фаза НИОКР и рыночных испытаний			Фаза реализации			
Научная подготовка производства (НПП)		Рыночные испытания (пробный маркетинг)	Техническая подготовка применительно к конкретному предприятию (ТНПП)			промыш- ленное освоение
НИР	ОКР		конструкт орская подготовка производства (КПП)	технологическая подготовка произ- водства (ТПП)	организационная подготовка произ- водства (ОПП)	
экономическая проработка						
отработка в опытном производстве (ОП)						

**Рис. 3. Комплекс работ по созданию и освоению новых товаров**

### *Виды научных исследований*

По характеру конечного результата НИ делятся на:

- фундаментальные исследования (ФИ);
- поисковые исследования (ПИ);
- прикладные исследования (ПриИ);
- разработки.

**Фундаментальные исследования** формируют основу научного потенциала знаний об изучаемом объекте, расширяют и углубляют уровень представления.

Они либо чисто теоретические, либо опираются на сложнейшие и очень точные эксперименты.

**Поисковые исследования.** Имеют целенаправленный характер и проводятся, когда имеющихся научных и технических знаний и решений недостаточно для проведения необходимых разработок. *Поисковые* исследования (ПИ) направлены, как правило, на изыскание наиболее целесообразных путей практического использования результатов фундаментальных исследований в народном хозяйстве. Проводятся ПИ в случаях, когда на основании анализ готовых научных и технических решений становятся очевидными, что этих решений недостаточно для выполнения разработок. Важным элементом ПИ является научное предвидение, т.е. долгосрочное и сверхдолгосрочное прогнозирование развития техники.

Их основные цели:

- изыскание путей реализации результатов фи;
- создание научного задела на будущее;
- прогнозирование развития техники в определенной области.

**Прикладные исследования.** Сводятся к решению конкретных задач по созданию продуктов и материалов с определенными свойствами, объектов новой техники или новых технологических процессов. Они требуют проведения большого объема экспериментов, анализа всех путей, которые могут оказаться целесообразными для достижения поставленной цели, и выбора наиболее рациональных из них.

Они могут либо быть начальным этапом разработки, либо проводиться параллельно с ней (совершенствование схем, рабочих процессов, повышение

надежности и т.п.). Включают значительный объем экспериментов, анализа, выбор рационального решения.

*Разработки* – переходная стадия от научных исследований к технической подготовке производства.

Разработка может быть научно-исследовательской (НИР) и опытно-промышленной (ОПР).

ОПР предусматривают доведения результатов НИР до условий промышленного освоения и включают в необходимом объеме выполнение проектной и рабочей документации, опытную проверку и доработку объекта в соответствии с требованиями производства и эксплуатации.

Рассматриваемые виды разработок в их совокупности составляют единый процесс внедрения достижений науки в производство.

### **Организационная структура подсистемы НПП.**

Задачи подсистемы НПП реализуют научно-исследовательские организации, различаемые по характеру и объему выполняемых работ:

- предметные научно-исследовательские институты (НИИ);
- отраслевые и технологические НИИ;
- конструкторские бюро (ЦКБ, ОКБ и др.).

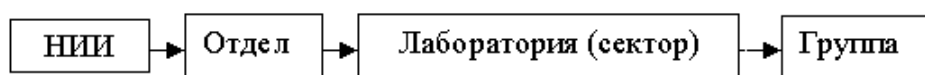
Каждая из указанного ряда организаций имеет свою специфику и организационно-правовую форму (АООТ, АОЗТ, государственное учреждение и др.).

Научно-исследовательские организации по характеру выполняемых работ могут быть следующих типов: предметные НИИ; конструкторские бюро (СКБ, ОКБ, ЦКБ и т.д.); научно-исследовательские технологические институты (НИТИ); научно-производственные объединения (НПО), включающие научно-исследовательские подразделения, упомянутые выше; научно-производственные комплексы (НПК).

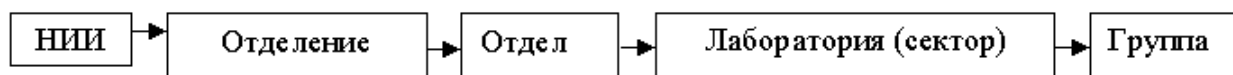
**Под организационной структурой НИИ понимают** состав входящих в него основных и вспомогательных отделов, секторов и лабораторий, макетных и экспериментальных цехов, служб и административно-управленческих подразделений, формы их специализации и систему производственных связей. Структура отраслевого НИИ определяется характером и объемом выполняемых работ, а также формой его специализации.

Структура НИИ может иметь четырех- и пятиступенчатую схему функционально-организационного построения.

#### **4<sup>я</sup> ступенчатая**



#### **5<sup>я</sup> ступенчатая**



**Рис. 4. Организационное построение НИИ**

Основным структурным подразделением НИИ является научно-исследовательский отдел (НИО). Как правило, в его состав входят на правах структурных подразделений научно-исследовательские лаборатории и секторы, которые образуются из групп, представляющих первичную ячейку НИИ.

Структура основных научно-исследовательских отделов и НИИ в целом может быть построена по одному из следующих принципов: системному (тематическому), отраслевому (функциональному), смешанному.

При использовании *системного* принципа все работы выполняются последовательно по замкнутому циклу. В этом случае в группы и секторы входят ученые и инженеры разных специальностей. Конкретный набор специальностей зависит от целевого назначения исследования и характера конечного продукта. Например, создание лазерных установок требует одновременного участия химиков, физиков, инженеров по электронной технике и др.

*Отраслевой* принцип предусматривает объединение в одном подразделении сотрудников одной специальности. Этапы работы могут проводиться параллельно при широкой кооперации между отдельными подразделениями. Такой принцип организации является оправданным в том случае, когда НИР могут быть разделены на отдельные части или этапы и при этом не требуется четкой координации проводимых работ. К сожалению, он влечет за собой ряд недостатков: возможность замедления очередных работ из-за их прохождения в общем потоке заданий, сложность планирования, увеличение количества технической и плановой документации.

При использовании принципа *смешанной* организации в состав НИО входят и тематические, и специализированные подразделения.

Наиболее эффективное проведение работ соответствует иерархической структуре НИО, НИЛ и института в целом, т.е. имеет место целевой подход к построению организационной структуры научно-исследовательских подразделений.

Научная подготовка производства на стадиях проведения научных исследований содержит ряд этапов и входящих в них функциональных блоков задач. Для каждого вида исследований характерны определенная последовательность работ и их содержание.

**Элементный состав подсистемы НПП.** Для выполнения рассмотренных выше функций подсистема НПП располагает следующим элементарным составом:

- 1) Трудовые ресурсы (исследователи, конструкторы, технологи, мастера и рабочие экспериментального цеха, сотрудники аппарата планирования и управления подсистемы НПП);
- 2) Материальные ресурсы (сырье, материалы, энергия, канцелярские принадлежности и др.);

- 3) Технические средства (экспериментальные установки и стенды, приборы, лабораторное оборудование, компьютеры, вычислительная техника и др.);
- 4) Теоретическое и математическое обеспечение (методы исследования; математические модели и др.);
- 5) Информационное обеспечение (информационные справочники, базы данных, плановые нормы и нормативы, картотеки и др.).

#### **Функциональный блок задач подсистемы НПП.**

НПП на стадиях ее проведения включает ряд этапов и входящих в них функциональных задач. Для каждого вида НИ характерна определенная последовательность работ и их содержание.

#### ***Поисковые исследования*** включают:

- 1) подготовительную стадию, объединяющую анализ литературных источников и опыта других организаций, поиска аналога, технико-экономическое обоснование целесообразности проведения исследования, определение возможных направлений исследования, разработку и утверждение технического задания (ТЗ);
- 2) разработку теоретической части темы, состоящую из подготовки схем исследования, расчетов и моделирования основных процессов исследования, разработку технологий для экспериментов и методов лабораторных испытаний;
- 3) экспериментальные работы и испытания и корректировку теоретических расчетов по их результатам;
- 4) подготовку рекомендаций, обобщающую результаты исследований;
- 5) приемку работ.

***Прикладные исследования*** могут выполняться в той же последовательности, что и поисковые, но для них характерно увеличение доли экспериментальных работ и испытаний. В связи с этим существенное значение приобретает задача планирования экспериментов, с тем чтобы сократить число последних до рационального минимума.

#### ***Научно-исследовательские разработки*** включают этапы:

- 1) разработки ТЗ;
- 2) выбора направления исследования;
- 3) теоретических и экспериментальных исследований;
- 4) оформления результатов;
- 5) приемки.

*Разработка ТЗ* на проведение НИР позволяет определить их основное целевое назначение, предполагаемую технико-экономическую эффективность; дать характеристику объекта исследования; рекомендовать методы и условия проведения исследования; установить последовательность и сроки проведения работы, состав исполнителей. Обязательным этапом разработки ТЗ является анализ исходных источников информации, включая патентные исследования, порядок выполнения которых регламентирован ГОСТом. Головная организация – исполнитель работ составляет ТЗ и



согласовывает его с организацией – заказчиком, разрабатывает с учетом сложности работ графики разработки и плановую калькуляцию.

### **Приемка этапов НИР**

Регламентируется ГОСТом 15.101-98

После приемки этапов НИР исполнитель НИР оформляет отчетную научно-техническую документацию (ОНТД) и другие материалы по НИР в целом, которые должны быть рассмотрены на НТС (секции НТС) в соответствии с требованиями

Приемку НИР осуществляют постоянно действующей или специально создаваемой комиссией. Основанием для приемки НИР является приказ (распоряжение) руководства исполнителя НИР и (или) заказчика о приемке НИР.

В приказе указывают наименование НИР, состав комиссии, цели и задачи комиссии, место и сроки проведения работ по приемке НИР.

При необходимости исполнителем НИР может быть разработана программа приемки НИР, утверждаемая руководством исполнителя НИР. В программе указывают наименование работы, конкретный перечень предъявляемых к приемке технических материалов и документов, объем, содержание и последовательность работ при проведении приемки НИР.

На приемку НИР исполнитель НИР предъявляет:

- утвержденное ТЗ;
- утвержденные акты приемки завершенных этапов НИР;
- утвержденный научно-технический отчет по НИР и другую ОНТД по НИР, предусмотренную ТЗ и контрактом;
- макеты, программы и методики испытаний макетов, если это предусмотрено ТЗ и контрактом;
- рекомендации и предложения по реализации и использованию результатов НИР;
- другие материалы по предложениям инстанций, утвердивших ТЗ или программу приемки НИР.

Приемка НИР заключается в рассмотрении и проверке результатов выполненных работ на соответствие ТЗ, анализе качества принятых технических решений, а при необходимости и в подтверждении результатов исследований проведением испытаний макетов.

При приемке НИР оценивают научно-технический уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов НИР для создания конкурентоспособной продукции и услуг.

По результатам приемки НИР комиссия оформляет акт приемки НИР, подписанный председателем и всеми членами комиссии и утверждаемый руководством исполнителя НИР или заказчиком.

Датой окончания НИР считают дату утверждения акта приемки НИР.

Результаты законченной НИР реализуют в соответствии с рекомендациями, изложенными в акте приемки НИР.

Законченную НИР считают реализованной, если в соответствии с целями, поставленными в НИР, ее результаты использованы при разработке:

- основных направлений или федеральных (региональных, межгосударственных) целевых программ развития техники;
- новых (модернизации существующих) образцов продукции или их составных частей;
- технических заданий, по которым разрабатывают новые (модернизируют существующие) образцы продукции;
- решения о коренном изменении направлений отдельных научно-исследовательских, опытно-конструкторских или опытно-технологических работ;
- технических заданий на другие НИР;
- нормативных, технических и организационно-методических документов (стандартов, положений, методик, инструкций, руководств), используемых при разработке, производстве, эксплуатации и ремонте продукции;
- программ и методик испытаний новых (модернизированных) образцов продукции.

Права владения, распоряжения и использования объектов промышленной и интеллектуальной собственности, созданных в НИР, определяются действующим законодательством и контрактом.

### **Эффективность научных исследований**

Результатом НИР является достижение научного, научно-технического, экономического и социального эффектов.

**Научный эффект** характеризуется получением новых научных знаний и отражает прирост информации, предназначенной для "внутринаучного" потребления.

**Научно-технический эффект** характеризует возможность использования результатов выполняемых исследований в других НИР и ОКР и обеспечивает получение информации, необходимой для создания новой продукции.

**Эффективность** фундаментальных и большей части поисковых НИ оценивают при помощи научно-технических показателей:

- патентоспособности законченных исследований;
- научно-техническому уровню (НТУ) разработок;
- числу публикаций, монографий, докладов, подготовленных диссертаций и т.п.

Эффективность прикладных (При, НИР, ОПР) НИ оценивают при помощи:

- научно-технических показателей (аналогично ФИ и ПИ);
- экономических показателей:

- *частных* (сокращение цикла, числа исполнителей, уровень использования ВТ и др.);
- *обобщающих* (снижение сметной стоимости, капитальных вложений, повышение производительности труда и т.п.);
- *результатирующих* (срок окупаемости, сравнительная эффективность и др.);

**Экономический эффект** характеризует коммерческий эффект, полученный при использовании результатов прикладных НИР.

**Социальный эффект** проявляется в улучшении условий труда, повышении экономических характеристик, развитии культуры, здравоохранения, науки, образования.

Научная деятельность носит многоаспектный характер, ее результаты, как правило, могут использоваться во многих сферах экономики в течение длительного времени.

## **Конструкторская подготовка производства (КПП)**

После завершения прикладных НИР, при условии положительных результатов экономического анализа, удовлетворяющего фирму с точки зрения ее целей, ресурсов и рыночных условий, приступают к выполнению опытно-конструкторских работ (ОКР). ОКР — важнейшее звено материализации результатов предыдущих НИР. На основе полученных результатов исследований создаются и обрабатываются новые товары.

**Цель конструкторской подготовки производства (КПП)** — адаптировать конструкторскую документацию ОКР к условиям конкретного серийного производства предприятия-изготовителя. Как правило, конструкторская документация ОКР уже учитывает производственные технологические возможности предприятий-изготовителей, но условия опытного и серийного производства имеют существенные различия, что приводит к необходимости частичной или даже полной переработки конструкторской документации ОКР.

Таким образом, целью КПП является обеспечение предприятия необходимой конструкторской документацией, обеспечивающей возможности предприятия производить продукцию.

Критериями цели являются:

- минимизация затрат на осуществление конструкторской подготовки
- минимизация затрат в сфере производства

### **Задачи КПП**

Конструкторская подготовка производства включает проектирование новой продукции и модернизацию ранее производившейся, а также разработку проекта реконструкции и переоборудования предприятия или его отдельных подразделений. В процессе проектирования определяется характер продукции, ее конструкция, физико-химические свойства, внешний вид, технико-экономические и другие показатели. Результаты конструкторской подготовки оформляются в виде технической документации – чертежей, рецептур химической продукции, спецификаций материалов, деталей и узлов, образцов готовой продукции и т.п. В конструкторскую документацию входят также кинематические принципиальные схемы сборки, паспорт изделия; технические условия на производство и эксплуатацию.

КПП производится отделом главного конструктора серийного завода (ОГК) или серийным отделом НИЧ, СКБ, ОКБ и т.д., в соответствии с правилами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Содержание КПП крупных конструкторских проектов определяется единой системой конструкторской документации (ЕСКД). Она представляет собой комплекс государственных стандартов, устанавливающих правила и положения о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации в организации

Состав и содержание ЕСКД представлены на рис. 5



Рис. 5. Состав и содержание ЕСКД

Применение ЕСКД позволяет создавать благоприятные условия для обеспечения научно-технической подготовки производства на высоком уровне, способном гарантировать конкурентоспособность выпускаемых изделий, сокращать время проектирования, обеспечивать необходимое единообразие этого процесса на различных предприятиях в разных отраслях экономики. Следует отметить, что в ЕСКД учтены правила, положения, требования, а также положительный опыт оформления графических документов (эскизов, чертежей, схем), установленных рекомендациями ИСО - Международной организацией по стандартизации.

Сущность и содержание процесса КПП проявляются в его **функциях** (функциях-задачах). КПП содержит шесть основных функциональных блоков задач: инженерного прогнозирования; параметрической оптимизации; опытно-конструкторской разработки; отработки конструкции на технологичность; организации опытного производства и освоения новой техники; метрологической экспертизы.

*Инженерное прогнозирование* сводится к решению двух взаимосвязанных задач: технико-экономического обоснования (ТЭО) выбора аналога; последовательной сравнительной технико-экономической оценки тактико-технических параметров, эксплуатационных и эргономических показателей при выборе и разработке структурных и принципиальных схем конструктивных решений.

*Параметрическая оптимизация* базируется на использовании параметрических рядов объектов новой техники (ОНТ) и их конструктивных элементов.

*Опытно-конструкторская разработка* (ОКР) осуществляется по стадиям и этапам, установленным ГОСТ 2.103-68, и представляет сочетание собственно конструкторских разработок с необходимым объемом

экспериментальных исследований. Содержание ОКР определяют характер объекта разработки, его назначение, способ изготовления и т.д.

*Отработка конструкции на технологичность* является важной функциональной задачей КПП, непосредственно связанной с ОКР. Технологичность конструкции обеспечивает реализацию в конструкции комплекса качеств, обеспечивающих наибольшую пригодность ее для быстрого освоения, экономичного изготовления, технического обслуживания и ремонта. Технологичность конструкции достигается при двух условиях – технологической рациональности и преемственности конструктивных решений. Реализуются эти условия путем рационализации способов получения заготовок, изготовления деталей и сборки изделия; типизации технологических процессов и операций, применения методов групповой обработки; обеспечения преемственности и быстрой переналаживаемости технических средств производства и т.п.

*Опытные работы* являются этапом создания и освоения новой техники и выполняются в условиях опытного производства. В процессе опытного производства отрабатываются конструкция изделия и технологические процессы, изготавливаются опытные образцы или партии новой продукции в условиях, максимально приближающихся к промышленным, но отличающихся, как правило, меньшими объемами выпуска продукции. Делается это с целью сокращения затрат времени и средств на цикл от исследования до промышленного производства. Наличие опытного производства и его технический уровень оказывают непосредственное влияние на сроки и качество освоения новой продукции.

При отработке конструкции важное место отводится *метрологической экспертизе*, сущность которой заключается в проверке полученных в результате производства параметров изделия на соответствие запроектированным.

Организация метрологического обеспечения является типовой функциональной подсистемой. Цель метрологической экспертизы КПП – своевременное обеспечение единства и точности измерений параметров изделий, материалов и сырья, режимов технологических процессов, характеристик оборудования и инструментов. Объектами метрологической экспертизы являются качество продукции на всех стадиях ее жизненного цикла, технологические процессы, средства технологического оснащения и средства измерения.

## **Основные этапы КПП**

Для выполнения рассмотренных задач подразделения предприятия, осуществляющие КПП, располагают следующим организационно-техническим и материальным обеспечением:

- **Людские ресурсы** (руководители, специалисты, технические исполнители);
- **Материальные ресурсы** (основные и вспомогательные материалы для изготовления макетов и опытных образцов, канцелярские принадлежности и т.п.);
- **Технические средства** (оборудование, кульманы, компьютеры, множительная техника и т.п.);
- **Информационное обеспечение** (стандарты, нормативы, классификаторы и т.п.)<sup>4</sup>
- **Экономико-математическое обеспечение** (математические модели, методы моделирования и т.п.).

**Содержание и объем работ по КПП**, проводимых предприятием, зависят от следующих факторов:

- степени участия предприятия в проектировании нового изделия;
- вида разрабатываемого изделия;
- степени новизны и сложности изделия;
- типа производства.

Согласно ГОСТ 2.103-68 ЕСКД конструкторская подготовка производства включает стадии разработки: технического задания, технического предложения, эскизного проекта, технического проекта, рабочей документации.

*Техническое задание* (ГОСТ 2.118-73) содержит наименование и область применения изделия; основания для разработки, ее цель и назначение; тактико-технические, эксплуатационные и эргономические характеристики; показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию; последовательность разработки конструкторской документации и ее состав; специальные требования к изделию; порядок контроля и приемки.

*Техническое предложение* (ГОСТ 2.118-73) представляет совокупность конструкторских документов, которые должны содержать техническое и технико-экономическое обоснования целесообразности разработки документации на изделие на основании анализ ТЗ заказчика и различных вариантов решения изделия, сравнения с существующими изделиями, а также патентного поиска. На стадии разработки предложения производят укрупненный расчет себестоимости изготовления и ожидаемого экономического эффекта от эксплуатации.

Работа над *эскизным проектом* (ГОСТ 2.119-73) заключается в определении принципиальной схемы изделия, электрических, монтажных, кинематических, гидравлических и других систем; выполнении общей

компоновки изделия; разработке эскизных чертежей общих видов; лабораторном макетировании; составлении спецификаций сборочных единиц; анализе патентной чистоты и оценке экономической эффективности конструкции.

*Технический проект* (ГОСТ 2.120-73) – это окончательное техническое решение, дающее полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и содержащее исходные данные для рабочей документации. На этой стадии выполняют расчеты на надежность, долговечность, точность работы; составляют спецификации и технические условия (ТУ); разрабатывают компоновочные чертежи, чертежи сборочных единиц и ответственных деталей; осуществляют макетирование и экономическое обоснование проекта.

*Рабочая документация* включает: чертежи всех деталей, сборочных единиц; схемы сборочных единиц, комплексов, комплектов; спецификации и технические условия; документы, регламентирующие условия эксплуатации и ремонта.

Получение рабочей конструкторской документации – это наиболее важный и ответственный этап КПП, в ходе которого подготавливают документы, предназначенные для изготовления и испытания опытного образца (партии) установочной и головной серий. Конструкторские документы на опытный образец (партию) корректируют по результатам заводских, государственных, межведомственных, приемочных и т.п. испытаний; документы на установочную серию корректируют по результатам заводских, государственных, межведомственных, приемочных и т.п. испытаний; документы на установочную серию корректируют по результатам ее изготовления и испытания. Последние коррективы в документы вносят после испытаний головной (контрольной) серии.

Содержание работ по стадиям может отличаться от указанного выше в зависимости от типа производства, сложности конструкции, уровня кооперирования и ряда других факторов.

### **Пути совершенствования КПП**

Эффективной мерой, позволяющей повысить качество и технологичность изделий, уменьшить трудоемкость и затраты на подготовку производства, а также трудоемкость изготовления и себестоимость изделий, является применение типовых конструкторских решений, базирующихся на унификации и стандартизации.

**Стандартизация** – это установление и применение правил с целью упорядочить деятельность в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении функциональных условий и требований техники безопасности.

Объектами стандартизации являются: конкретная продукция, нормы, требования, методы, термины, обозначения и т.д. – все то, что имеет



перспективу многократного применения, используется в науке, технике, промышленности и в других сферах народного хозяйства.

Стандартизация как функция – это процесс установления и применения стандартов, образцов, эталонов, моделей, принимаемых за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. Как нормативно-технический документ стандарт устанавливает комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утверждается компетентным органом.

Стандарты устанавливают и регламентируют на определенный период прогрессивные требования, нормы, методы, правила, распространяемые на сами изделия, на факторы и условия, влияющие на их качество.

**Конструкторская унификация** – это совокупность мероприятий по устранению необоснованного многообразия типов и конструкций изделий, форм и размеров деталей и заготовок, марок и профилей материалов. Унификация является базой агрегатирования, т.е. компоновки приборов из ограниченного числа унифицированных элементов, и обеспечивает конструктивную преемственность, т.е. применение в проектируемых приборах уже освоенных в производстве сборочных единиц и деталей. Конструктивная унификация представляет собой ограничение разнообразия изготавливаемых типоразмеров деталей и узлов конструкций путем заимствования из ранее выпущенных конструкций. Унификация может проводиться как в пределах одного завода, специализированного на выпуске определенной продукции, так и в масштабе всей отрасли в целом.

В отличие от стандартизации унификация касается деталей, применяемых не во всех изделиях данного предприятия, а лишь в некоторых, однородных.

К числу *стандартных* относят детали и узлы, требования к которым установлены государственными стандартами. *Унифицированными* считают широко используемые детали и узлы, не вошедшие в стандарты. Технологические и эксплуатационные параметры унифицированных деталей и узлов устанавливают на основании анализа ряда аналогичных деталей и узлов, применяемых в различных изделиях при различных узлах одного изделия. Заимствованными называют детали и узлы, ранее спроектированные как оригинальные для конкретного изделия или узла и применяемые в двух и более изделиях.

**Автоматизация КПП.** На многих предприятиях автоматизация конструкторской подготовки производства началась достаточно давно, и конструкторы в этом отношении – одни из наиболее передовых участников процесса. Проектно-конструкторская проработка представляет собой важную часть жизненного цикла будущего изделия: принятые уже на этом этапе решения во многом определяют эффективность производства, сбыта и эксплуатации. В процессе конструкторской проработки формируется состав изделия, а закладываемая конструктором информация о применяемых материалах, сортаменте, назначаемых допусках и отклонениях впоследствии

оказывает существенное влияние на технологичность конструкции, сроки производства и стоимость продукции.

В зависимости от решаемых задач (формирование облика изделия, выпуск конструкторской документации, построение электронного макета) конструкторскими подразделениями могут применяться системы различного уровня (например, ряд предприятий одновременно применяет AutoCAD, Autodesk Inventor или Solid edge и UnigraphiCS), но для многих российских предприятий выполнение проектно-конструкторских работ средствами какой-либо обособленной системы автоматизированного проектирования (САПР) оказывается либо невозможным в силу очень широкого спектра задач, либо недоступным из-за высокой стоимости многофункциональных программных средств.

## **Технологическая подготовка производства (ТПП)**

### **Сущность технологической подготовки производства (ТПП)**

Продолжением работ по проектированию изделия является технологическая подготовка производства (ТПП).

*Технологическая подготовка производства (ТПП) – совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства (ГОСТ 14.004–83).* Под технологической готовностью производства понимается наличие на предприятии полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для осуществления заданного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями.

В системе создания и освоения новой техники (СОНТ) подсистема технологической подготовки производства (ТПП) изделий – это совокупность взаимосвязанных процессов технологического проектирования и оснащения производства, в результате которых вырабатывается информационное обеспечение, достаточное для организации производства нового объекта.

**Содержание и объем ТПП** зависят от типа производства, конструкции и назначения изделия. Под технологической готовностью понимается наличие полного комплекта технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для производства новых изделий.

**Основная задача ТПП** - обеспечить высокое качество изготовления изделий и создать необходимые условия для роста производительности труда, улучшения использования оборудования, снижения расхода сырья, материалов, топлива, энергии.

**Глобальная цель** подсистемы ТПП – проектирование и освоение новых и совершенствование действующих технологических процессов изготовления изделий и их частей, а также создание предпосылок для внедрения прогрессивных методов и форм организации производства и труда, механизации и автоматизации производственных процессов. Конечной целью ТПП является создание технологической документации.

**Критериями достижения** данной **цели** являются сведение до минимума затрат на ТПП и продолжительности цикла подготовка, освоения и выпуска изделий.

Сущность и содержание ТПП проявляется в ее **функциях** (функциях-задачах). Степень проработки задач ТПП определяется типом производства. Наиболее укрупненно задачи ТПП решают в мелкосерийном и единичном производстве, где для изготовления деталей и выполнения процессов сборки (кроме сложных изделий) достаточно конструкторской документации и проработанных технологических маршрутов. Для серийного, крупносерийного и массового производства характерны более глубокое разделение, большая дифференциация операций, поэтому задачи ТПП и

технологические процессы разрабатывают подробно с учетом планируемых объемов выпуска.

Современная ТПП содержит следующие основные функциональные блоки задач:

- 1) отработка конструкции изделия и деталей на технологичность;
- 2) разработка межцеховых технологических маршрутов;
- 3) разработка технологических процессов (с установлением пооперационных норм времени и расчетом норм расхода материалов);
- 4) проектирование и изготовление средств технологического оснащения;
- 5) выверка, отладка и внедрение в производство разработанных технологических процессов;
- 6) метрологическая экспертиза результатов реализации функций.

Отработка конструкции изделия и деталей на технологичность рассматривается ниже.

*Разработка межцеховых технологических маршрутов* (расцеховка) является исходной задачей ТПП. Она включает распределение номенклатуры деталей между цехами и участками, разработку технологических маршрутов их движения. Маршрутная технология определяет последовательность прохождения по цехам каждой детали и сборочной единицы в процессе ее производства.

Разработка *единичных* технологических процессов применительно к механообработке резанием, например, в общем случае включает: анализ исходных данных, выбор вида заготовки, технологических баз и технологического процесса, определение последовательности и содержания технологических операций, оформление рабочей документации на технологические процессы.

Унификация технологических процессов предполагает разработку технологии не для каждой детали, а для целой группы деталей характеризующихся общностью формы, подобием технологических маршрутов по операциям, применяемой оснастки, близостью размеров, сходством вида заготовки и одинаковыми требованиями к точности обработки и чистоте поверхности.

*Проектирование и изготовление средств технологического оснащения, механизации и автоматизации* технологических процессов – приспособлений, инструментов, кондукторов, штампов, моделей, различных специальных транспортных устройств, средств технического контроля и т.п. – осуществляет конструкторское бюро ОГТ или инструментальный отдел.

Технологическая подготовка производства завершается *выверкой, отладкой и внедрением в производство* разработанных технологических процессов. В процессе освоения технологические процессы корректируются, а в технологическое оснащение вносятся совершенствующие его изменения.

Сущность метрологической экспертизы ТПП заключается в проверке соответствия полученных в результате обработки параметров изделия

запроектированным. Важное значение имеют точность и достоверность измерений при ТПП. В условиях все возрастающих требований к качеству и точности выпускаемых приборов вопросы метрологического обеспечения производства приобретают особое значение. За последние годы при Госстандарте создана система обеспечения точности и достоверности измерений.

### **Технологическая документация**

К **технологической документации** относят карты технологического маршрута детали и сборочных единиц по цехам (расцеховка) и технологического процесса изготовления детали или сборочной единицы. Формы этих карт зависят от вида обработки, а степень разработки технологического процесса – от типа производства.

Технологическая документация – это комплекс графических и текстовых документов, определяющих технологический процесс получения продукции, изготовления (ремонта) изделия и т. п., которые содержат данные для организации производственного процесса.

В машиностроении государственными стандартами установлена Единая система технологической документации (ЕСТД), являющаяся составной частью Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). ЕСТД определяет взаимосвязанные правила и положения о порядке разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой всеми машиностроительными и приборостроительными предприятиями. Основное назначение стандартов ЕСТД — установление на всех предприятиях единых правил оформления и ведения технологической документации. ЕСТД обеспечивает стандартизацию обозначений и унификацию документации на различные виды работ. ЕСТД предусматривает также возможность взаимобмена между предприятиями технологическими документами без их переоформления, что обеспечивает стабильность комплектности документации, исключаящую повторную разработку и выпуск документов разными предприятиями.

Технологические документы общего назначения — маршрутные, эскизные, комплектовочные карты (технологические карты); технологические инструкции; ведомости расцеховки, оснастки и материалов — составляются на работы всех видов.

**Маршрутная карта** — основной технологический документ, разрабатываемый на всех стадиях составления рабочей документации, содержит описание технологического процесса изготовления (ремонта) изделия по всем операциям в определённой последовательности с указанием оборудования, оснастки, материалов, трудовых затрат и т. п. В **карте эскизов** технология изготовления изделия отражается графически (в виде эскизов). В **комплектовочную карту** вносятся данные о деталях, сборочных единицах и материалах. В **технологической инструкции** описываются приёмы работы или методы контроля технологического процесса, правила пользования

оборудованием или приборами, меры безопасности и т.п. В **ведомости расцеховки** приводятся данные о маршруте прохождения изделия по цехам предприятия. **Ведомость оснастки** содержит перечень приспособлений и инструментов, необходимых для изготовления изделий. **Ведомость материалов** является подетальной и сводной ведомостью норм расхода материалов.

Кроме документации общего назначения, на определённые виды работ составляются специализированные документы — **операционные карты**, в которых технологический процесс делится на операции, и технологические карты по видам работ (изготовление отливок, раскрой материалов, разметка и т. п.).

При технологической подготовке единичного и мелкосерийного производства ограничиваются составлением маршрутной карты на деталь (сборочную единицу) с перечнем операций технологического процесса, оборудования и инструмента, применяемых на каждой из них. Для крупносерийного и массового производства оформляют операционные карты с операционным эскизом обработки (сборки). В массовом производстве, кроме того, разрабатывают инструкционные карты по каждому отдельному переходу. В картах технологического процесса сборки (в целом на сборочную единицу или для отдельных операций) приводят перечень входящих в сборку деталей.

### **Понятие технологичности конструкции**

Функция обеспечения технологичности конструкции изделия является следующей между КПП и ТПП и включает структурный анализ изделия (какие детали и сборочные единицы входят в изделие), анализ уровня стандартизации и унификации составных частей изделий, возможности применения типовых и групповых процессов обработки, сборки, контроля, испытаний, технического обслуживания и ремонта.

Под технологичностью изделия понимают совокупность свойств его конструкции, характеризующих возможность оптимизации затрат труда, средств и времени на всех стадиях создания, производства и эксплуатации изделия. Технологичность — это экономичность изготовления изделия в конкретных организационно-технологических и производственных условиях и при заданных масштабах выпуска.

Технологичной можно считать только конструкцию, удовлетворяющую эксплуатационным требованиям, освоение и выпуск которой в заданном объеме будет протекать с минимальными производственными издержками (в первую очередь — с наименьшими трудо- и материалоемкостью) при минимальной продолжительности цикла производства.

Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия определяются ГОСТ 14.201–83.

Обеспечение технологичности конструкции изделия — функция процесса подготовки производства, предусматривающая взаимосвязанное

решение конструкторских и технологических задач, которые направлены на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе и на монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Обеспечение технологичности конструкции включает: отработку конструкции изделий на технологичность на всех стадиях разработки изделия и при ТПП; количественную оценку технологичности конструкции изделий; технологический контроль конструкторской документации; подготовку и внесение изменений в конструкторскую документацию.

При оценке технологичности конструкции следует пользоваться минимальным, недостаточным количеством показателей. Точность количественной оценки технологичности конструкции изделий, а также перечень показателей и методика их определения устанавливаются в зависимости от вида изделия и степени отработки его конструкции и типа производства.

При проведении отработки конструкции изделия на технологичность следует иметь в виду, что в этом случае играет роль вид изделия, степень его новизны и сложности, условия изготовления, технического обслуживания и ремонта, перспективность и объем его выпуска.

Испытание конструкции изделия на технологичность должно обеспечить решение следующих основных задач:

- снижение трудоемкости и себестоимости изготовления изделия;
- снижение трудоемкости и стоимости технического обслуживания изделия;
- снижение важнейших составляющих общей материалоемкости изделия – расхода металла и топливно-энергетических ресурсов при изготовлении, а также монтаже вне предприятия-изготовителя и ремонте.

Работы по снижению трудоемкости и себестоимости изготовления изделия и его монтажа сопровождаются повышением серийности изделия посредством стандартизации и унификации, ограничения номенклатуры составных частей конструктивных элементов и используемых материалов, применения высокопроизводительных и малоотходных технологических решений, использования стандартных средств технологического оснащения, обеспечивающих оптимальный уровень механизации и автоматизации производственных процессов.

Снижение трудоемкости, стоимости и продолжительности технического обслуживания и ремонта предполагает использование конструктивных решений, позволяющих снизить затраты на проведение подготовки к использованию изделия, а также облегчающих и упрощающих условия технического обслуживания, ремонта и транспортировки.

В свою очередь комплекс работ по снижению материалоемкости изделия включает:

- применение рациональных сортментов и марок материалов, рациональных способов получения заготовок, методов и режимов упрочнения деталей;
- разработку и применение прогрессивных конструктивных решений, позволяющих повысить ресурс изделия и использовать малоотходные и безотходные технологические процессы;
- разработку рациональной компоновки изделия, обеспечивающей сокращение расхода материала.

В ходе выполнения технологической подготовки производства различают два вида технологичности конструкции изделия – производственную и эксплуатационную.

Производственная технологичность конструкции проявляется в сокращении затрат средств и времени на конструкторскую и технологическую подготовку производства и на процессы изготовления, в том числе контроля и испытаний.

Эксплуатационная технологичность конструкции изделия проявляется в сокращении затрат времени и средств на техническое обслуживание и ремонт изделия.

Оценка технологичности конструкции может быть двух видов: качественной и количественной.

Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно на основании опыта исполнителя. Качественная сравнительная оценка вариантов конструкции допустима на всех стадиях проектирования, когда осуществляется выбор лучшего конструктивного решения и не требуется определение степени различия технологичности сравниваемых вариантов. Качественная оценка при сравнении вариантов конструкции в процессе проектирования изделия предшествует количественной и определяет ее целесообразность.

Количественная оценка основана на анализ базовых показателей технологичности, устанавливаемых ТЗ на проектирование изделия; показателей технологичности, достигнутых при разработке конструкции; уровня технологичности (отношение достигнутых показателей к базовым).

Количественная оценка технологичности конструкции изделия выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения требований к технологичности конструкции. Количественная оценка рациональна только в зависимости от признаков, которые существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции.

Виды технологичности, главные факторы, определяющие требования к технологичности конструкции, и виды ее оценки графически представлены на рис. 6.





**Рис. 6. Виды технологичности, факторы и способы оценки технологичности конструкции изделия**

Основное содержание отработки конструкции изделия на технологичность на различных стадиях разработки конструкторской документации приводится ниже (ГОСТ 14.201–83).

*Техническое предложение* – это выявление вариантов конструктивных решений и возможности заимствования составных частей изделия, новых материалов, технологических процессов и средств технологического оснащения; расчет показателей технологичности вариантов и выбор окончательного варианта конструктивного решения; технологический контроль конструкторской документации.

*Эскизный проект* – это анализ соответствия компоновок и членения вариантов конструкции изделия условиям производства, технического обслуживания и ремонта; расчет показателей технологичности вариантов и выбор вариантов конструкции изделия для дальнейшей разработки; технологический контроль конструкторской документации.

*Технический проект* – это выявление возможности применения покупных, стандартных, унифицированных или освоенных производством составных частей изделия; новых, в том числе типовых и групповых, высокопроизводительных технологических процессов; расчет показателей технологичности конструкции изделия и технологический контроль конструкторской документации.

*Рабочая конструкторская документация:* а) *опытного образца* (опытной партии) или изделия единичного производства (кроме разового изготовления) включает анализ возможности сборки изделия и его составных частей без промежуточных разборок; выявление возможности унификации сборочных единиц, деталей и их конструктивных элементов; установление экономически целесообразных методов получения заготовок; поэлементную отработку конструкции деталей и сборочных единиц на технологичность; расчет показателей технологичности конструкции изделия и технологический контроль конструкторской документации; б) *серийного (массового) производства* – окончательное принятие решений по совершенствованию условий выполнения работ при производстве, эксплуатации и ремонте, а также фиксацию этих решений в технологической документации; доведение конструкции изделия до соответствия требованиям серийного (массового) производства с учетом применения наиболее производительных технологических процессов и средств технологического оснащения при изготовлении изделия и его основных составных частей; оценку соответствия достигнутого уровня технологичности требованиям технического задания; корректировку конструкторской документации.

Показатели технологичности конструкции

- технологическая рациональность конструктивных решений;
- преемственность конструкции.

Технологическую рациональность характеризуют:

- трудоемкость изготовления;
- удельная материалоемкость;
- коэффициент использования материалов;
- технологическая себестоимость;
- удельная энергоемкость изготовления изделия;
- удельная трудоемкость подготовки изделия к функционированию;
- коэффициент применяемости материалов;
- коэффициент применения групповых и типовых технологических процессов и др.

Преемственность конструкции характеризуют:

1) коэффициент применяемости ( $K_{np}$ )

$$K_{np} = \frac{m - m_{op}}{m} \quad (1),$$

где  $m$  — общее количество типоразмеров (наименований) деталей (элементов, микросхем и т.п.);

$m_{ор}$  — количество оригинальных деталей;

2) коэффициент повторяемости  $K_n$

$$K_n = \frac{m_{об}}{m} \quad (2),$$

где  $m_{об}$  — общее количество деталей;

3) коэффициент унификации ( $K_y$ )

$$K_y = \frac{m_y}{m} \quad (3),$$

где  $m_y$  — число унифицированных стандартных и заимствованных деталей, выпускаемых предприятиями отрасли;

4) коэффициент стандартизации ( $K_{ст}$ )

$$K_{ст} = \frac{m_{см}}{m} \quad (4),$$

где  $m_{ст}$  — число стандартных деталей.

Коэффициенты  $K_{пр}$ ,  $K_n$ ,  $K_y$ ,  $K_{ст}$  правильней рассчитать по отношению трудоемкостей элементов при оценке технологичности конструкции необходимо учитывать методы получения заготовок, контроля и испытаний; возможность механизации и автоматизации; обеспечение (материалами, оборудованием и технологической оснасткой, кадрами рабочих и ИТР); эксплуатационные свойства и эксплуатационные расходы. К эксплуатационным свойствам относятся производительность, КПД, удельный расход энергии и топлива, долговечность, удобство обслуживания и ремонта, безопасность работы и др.

Работа по обеспечению технологичности конструкции изделия обычно состоит из подбора и анализа исходных материалов, необходимых для оценки технологичности конструкции; уточнения объема выпуска; анализа показателей технологичности аналогичных изделий; определения показателей производственной и эксплуатационной технологичности и сравнения их с показателями существующих конструкций; разработки рекомендаций по улучшению показателей технологичности. При этом необходимо учитывать передовой опыт и новые прогрессивные технологические методы и процессы.

Номенклатура показателей зависит от вида изделия (деталь, сборочная единица, комплекс, комплект) и стадии разработки конструкторской документации (техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация).

Обработка конструкции изделия на технологичность должна обеспечивать на основе достижения технологической рациональности и оптимальности конструкторской и технологической преемственности максимальную экономическую эффективность при изготовлении и эксплуатации изделия.

Отработку изделия на технологичность проводят в определенном порядке. Сначала подбирают и анализируют исходные материалы для оценки технологичности конструкции, уточняют объем выпуска. Затем проводят анализ показателей технологичности, в частности – производственной и эксплуатационной. После этого проводят сравнительную оценку и расчет уровня технологичности конструкции.

Завершающим этапом отработки изделий на технологичность является разработка рекомендаций по улучшению показателей технологичности.

### ***Исходные данные для технологической подготовки производства***

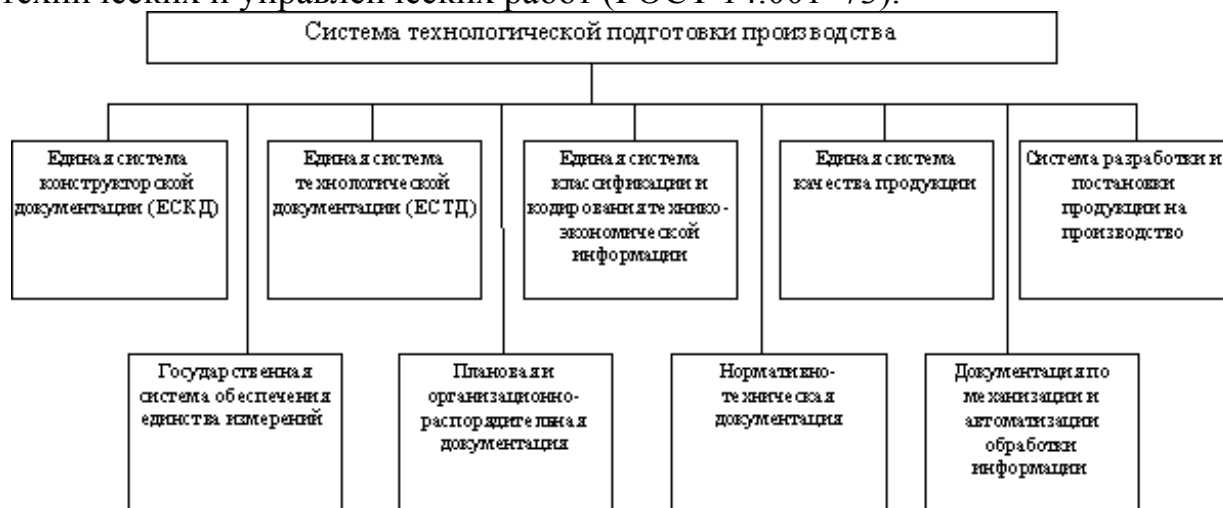
Исходными данными для проведения ТПП являются:

- полный комплект конструкторской документации на новое изделие;
- максимальный годовой объем выпуска при полном освоении с учетом изготовления запасных частей и поставок по кооперации;
- предполагаемый срок выпуска изделий и объем выпуска по годам с учетом сезонности;
- планируемый режим работы предприятия (количество смен, продолжительность рабочей недели);
- планируемый коэффициент загрузки оборудования основного производства и ремонтная стратегия предприятия;
- планируемые кооперированные поставки предприятию деталей, узлов полуфабрикатов и предприятия-поставщики;
- планируемые поставки стандартных изделий предприятию и предприятия-поставщики;
- предполагаемые рыночные цены новых товаров, исходя из ценовой стратегии предприятия и его целей;
- принятая стратегия по отношению к риску (с точки зрения наличия дублирующего оборудования);
- политика социологии труда предприятия.

### **Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)**

Работа регламентируется стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Она определяет порядок организации и управления ТПП на всех уровнях: государственном, отраслевом, предприятия. ЕСТПП призвана обеспечить единый для каждого предприятия системный подход к выбору, применению методов и средств технологической подготовки производства, соответствующих передовым достижениям науки, техники и производства; высокую приспособляемость производства к непрерывному его совершенствованию, быстрой переналадке к выпуску более совершенной продукции; основу для внедрения автоматизированных систем ТПП.

*Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)* – (см. рис. 7) установленная государственными стандартами система организации и управления технологической подготовкой производства, предусматривающая широкое применение прогрессивных технологических процессов, стандартной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ (ГОСТ 14.001–73).



**Рис. 7. Состав документации по методам и средствам ТПП**

Основное назначение ЕСТПП заключается в создании системы организации и управления процессом ТПП, обеспечивающей:

- единый для всех предприятий и организаций системный подход к выбору и применению методов и средств технологической подготовки производства (ТПП), соответствующих достижениям науки, техники и производства;
- освоение производства и выпуска изделий высшей категории качества в минимальные сроки при минимальных трудовых и материальных затратах на ТПП на всех стадиях создания изделий, включая опытные образцы (партии), а также изделия единичного производства;
- организацию производства высокой степени гибкости, допускающей возможность непрерывного его совершенствования и быструю переналадку на выпуск новых изделий;
- рациональную организацию механизированного и автоматизированного выполнения комплекса инженерно-технических и управленческих работ; взаимосвязи ТПП и управления ею с другими системами и подсистемами управления.

Порядок формирования и применения документации на методы и средства ТПП определяется отраслевыми стандартами, стандартами

предприятий и документацией различного назначения, разработанной в соответствии со стандартами ЕСТПП.

Организационное обеспечение технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства в объединении (на предприятии) выполняется в отделах главного технолога, главного металлурга, главного сварщика, в инструментальных и технологических бюро основных цехов. При этом главные решаемые задачи группируются по следующим основным функциям:

- обеспечение технологичности конструкции изделия;
- разработка технологических процессов;
- проектирование и изготовление средств технологического оснащения;
- организация и управление процессом технологической подготовки производства.

На сроки изготовления новых изделий, качество и прогрессивность разрабатываемых технологических процессов оказывает влияние организация технологической подготовки и технологических служб на предприятиях. В зависимости от сложностей изделий, объемов выпуска и сложившихся традиций применяется централизованная, децентрализованная или смешанная организация служб технической подготовки.

*Централизованная* система ТПП предусматривает создание на предприятии единой технологической службы – отдела главного технолога (ОГТ), который осуществляет весь комплекс работ по ТПП. Цеховые технологические бюро занимаются внедрением разработанных ОГТ технологических процессов, инструктажем при выполнении, выдвигают предложения по их совершенствованию, осуществляют контроль за соблюдением технологической дисциплины. Такая организация применяется обычно на предприятиях с серийным массовым типами производства.

При децентрализованной системе ТПП разработка технологических процессов и текущее технологическое обслуживание возлагаются на технологические бюро цехов, а ОГТ осуществляет разработку межцеховых маршрутов, методическое руководство работой цеховых технологических бюро, занимается инструментальной подготовкой производства (проектирование, изготовление и приобретение инструментального оснащения) и выполняют контрольные функции. Применяется такая организация ТПП в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Смешанная система технологической подготовки встречается на предприятиях с серийным типом производства. Централизованная подготовка ведется по продукции устойчивой номенклатуры, а децентрализованная – по продукции устойчивой номенклатуры, а децентрализованная – по продукции с нестабильной программой выпуска.

Документация по организации ТПП

Отправной точкой в технологической подготовке производства является получение исходных документов на разработку и производство

новых изделий. Разработка документации по организации технологической подготовки производства осуществляется в три стадии.

Разработка *технического задания* предусматривает организационно-технологический анализ существующих методов и средств ТПП и разработку технических предложений по их совершенствованию. На этой стадии устанавливают технические требования к документации, исполнителей, предварительные сроки разработки технического и рабочего проектов, источники финансирования и проводят ориентировочные расчеты ожидаемой технико-экономической эффективности ТПП.

На стадии *технического проекта* принимают основные принципиальные технические и организационные решения по установленным функциям и задачам ТПП. Разрабатывают общую структурную схему ТПП, организационную структуру служб, основные положения организации и управления процессом ТПП, технические задания и алгоритмы для программирования задач; осуществляют унификацию и стандартизацию форм документации и др.

На стадии *рабочего проекта* создают рабочую документацию, необходимую для решения задач ТПП по установленным функциям. Разрабатывают информационную модель ТПП, документацию для решения задач на ЭВМ, организации и управления процессом ТПП, технические задания и алгоритмы для программирования задач; осуществляют унификацию и стандартизацию форм документации и др.

Результатом работы по технологической подготовке производства является выработка правил обеспечения технологичности конструкции изделий.

### Основные этапы ТПП

Этапы ТПП, содержание работ и исполнители приведены в табл. 1.

Таблица 1

#### Примерный перечень работ на этапах ТПП

Этапы ТПП	Содержание работ ТПП	Исполнители
Планирование ТПП	Прогнозирование, планирование и моделирование ТПП	Отдел планирования подготовки производства (ОППП)
Отработка конструкции на технологичность	Отработка конструкции изделия, сборочных единиц на технологичность. Участие в изготовлении опытного образца	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др), ОГК
Технологическое проектирование	1. Распределение номенклатуры между цехами и подразделениями предприятия.	ОППП
	2. Разработка технологических маршрутов движения объектов производства.	ОППП

	3. Разработка техпроцессов изготовления и контроля деталей, сборки и испытаний и всей проче технологической документации.	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет, и др.)
	4. Типизация технологических процессов, разработка базовых и групповых процессов.	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет, и др.)
	5. Технико-экономическое обоснование технологических процессов	Отделы главных специалистов, экономический отдел
Выбор оборудования	<p>1. Выбор и обоснование универсального, специального, агрегатного и нестандартного оборудования.</p> <p>2. Выдача заданий на проектирование этого оборудования, а также на проектирование гибких автоматических, автоматизированных, роботизированных линий и комплексов, конвейеров, транспортных средств и т.п.</p>	Отделы главных специалистов
Выбор и технологическое конструирование оснастки	1. Выбор необходимого специального, универсального и унифицированного оснащения. Проектирование (технологическое конструирование) оснастки.	Технологические и конструкторские отделы главных специалистов
	2. Технико-экономические обоснования выбора и применения оснастки	Экономический отдел
Нормирование	<p>Установление пооперационных технических норм времени всех технологических процессов</p> <p>Расчеты норм расходов материалов (подетальные и сводные)</p>	<p>Отдел труда и зарплаты (ОТ и З)</p> <p>Отделы главных специалистов ОГТ</p>



## Организационная подготовка производства (ОПП)

В системе СОНТ помимо НТПП выделяется подсистема организационной подготовки и освоения новой техники (ОПиОНТ). Она реализует две взаимосвязанные группы функциональных задач – организационной подготовки производств (ОрПП) и освоения новой техники (ОсНТ).

Данная подсистема решает ряд организационно-производственных и экономических проблем: освоения продукции с более высокими технико-эксплуатационными параметрами и экономическими показателями, чем у снимаемых с производства или параллельно выпускаемых аналогичных изделий; расширения областей применения новой продукции; комплексного повышения качества и экономической эффективности выполняемых работ и осваиваемой конечной продукции; планомерного снижения затрат производства в период освоения для повышения рентабельности работы предприятия; обеспечения своевременной подготовки серийного производства нового изделия всеми необходимыми ресурсами (трудовыми, материальными, финансовыми, информационными) при соблюдении режима их экономии.

Организационная подготовка производства имеет своей *главной целью* обеспечение полной готовности производства к выпуску продукции установленных качества и количества.

*Критериями достижения этой цели* являются: выход на запланированные для серийного производства технико-экономические показатели; уменьшение затрат всех ресурсов на реализацию процесса освоения производства новых изделий; сокращение цикла и сроков ОПиОНТ.

К плановым (предпроизводственным) относятся задачи: расчета плана производства, календарно-плановых нормативов, потребности и загрузки оборудования и рабочих мест; построения планов-графиков работы производственных участков, поточных линий, вспомогательных и обслуживающих цехов и хозяйств; движения материальных потоков и выпуска изделия на стадии освоения и серийного производства.

Обеспечивающими являются задачи материально-технической и социальной подготовки производства, обеспечения предприятия финансовыми, информационными и другими ресурсами.

Материально-техническая подготовка производства включает: составление перечней необходимого оборудования и оснастки, ведомостей покупных изделий, материалов и полуфабрикатов; оформление заявок на приобретение и распределение по предприятиям-поставщикам заказов на потребные виды материальных ресурсов, оформление заказов собственным вспомогательным цехам на изготовление технологической оснастки, нестандартного оборудования, инструмента и т.п.; нормирование расхода и запасов материальных ресурсов, необходимых для бесперебойного обеспечения производства.

К проектным относят специальные инженерно-технические задачи, связанные с проектированием цехов, участков и поточных линий.

В процессе организационной подготовки производства используются конструкторская, технологическая документации и данные для проведения технологической подготовки производства.

Этапы ОПШ, содержание работ и исполнители приведены в табл.2.

Таблица 2

**Этапы ОПШ и их содержание**

№ п/п	Этапы и содержание работ ОПШ	Исполнители
1	Планирование и моделирование процессов ОПШ	Отдел планирования подготовки производства (ОППП)
2	Изготовление специальной технологической и контрольной оснастки	Отдел инструментального хозяйства (ОИХ). Инструментальные цехи
3	Расчет количества и номенклатуры дополнительного оборудования, составления заявок и размещение заказов на оборудование	ОГТ (бюро мощностей) ОКС (или ОМТС)
4	Расчеты движения деталей и хода будущего производства; расчеты поточных линий; загрузки рабочих мест; расчеты оперативно-плановых нормативов, циклов, величин партий, заделов	Планово-диспетчерский отдел (ПДО) Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.)
5	Планирование работы вспомогательных цехов и служб, а также обслуживающих подразделений	ОИХ, отдел главного механика (ОГМ), отдел главного энергетика (ОГЭ), транспортный отдел, отдел складского хозяйства
6	Расчеты и проектирование планировок оборудования и рабочих мест, формирование производственных участков	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.) ООТ и З
7	Проектирование и выбор межоперационного транспорта, тары, оргтехоснастки и вспомогательного оборудования; составление заявок и размещение заказов	Отдел нестандартного оборудования (ОНО) или отдел механизации и автоматизации (ОМА) Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.), ОМТС.
8	Изготовление средств транспорта, тары, оргтехоснастки и прочего вспомогательного оборудования	Цехи вспомогательного производства, ОМА
9	Приемка, комплектация и расстановка основного, вспомогательного оборудования, средств транспорта и оргтехоснастки на рабочих местах	ОГМ, ОГЭ, ОМА, цехи вспомогательного производства
10	Обеспечение материалами, заготовками,	ОМТС, отдел внешней кооперации

	детальями и узлами, получаемыми по кооперации	(ОВК), отдел комплектации (ОКП)
11	Подготовка и комплектование кадров	Отдел кадров (ОК), отдел подготовки кадров (ОПК), ООТиЗ
12	Организация изготовления опытной и установочной партий; свертывание выпуска старой продукции и развертывание производства новых изделий	Производственный отдел (ПО) Производственные цехи, отделы главных специалистов
13	Определение себестоимости и цены изделий	ПЭО, отдел маркетинга
14	Подготовка обеспечения товародвижения, распространение новых изделий и стимулирования сбыта	Отдел маркетинга

## **Производственная мощность**

*Под производственной мощностью предприятия понимают* максимально возможный выпуск продукции в натуральном или стоимостном выражении при условии полной загрузки оборудования, площадей и трудовых ресурсов.

Если предприятие выпускает несколько видов различной продукции, то производственные мощности устанавливаются по каждому виду отдельно.

Расчет производственной мощности предприятия ведется по всем его подразделениям в последовательности:

- по агрегатам и группам технологического оборудования;
- по производственным участкам;
- по основным цехам и предприятию в целом.

Производственная мощность *зависит от ряда факторов*. Важнейшие из них следующие:

- количество и производительность оборудования;
- качественный состав оборудования, уровень физического и морального износа;
- степень прогрессивности техники и технологии производства;
- качество сырья, материалов, своевременность их поставок;
- уровень специализации предприятия;
- уровень организации производства и труда;
- фонд времени работы оборудования

Воспроизводство мощностей может происходить за счет:

- Нового строительства (мощность вводится на новых выделенных правительством площадях)
- Реконструкции (совершенствования структуры производства за счет перепланировки цехов, участков, внедрения новых форм организации труда, а также частичного технического перевооружения производства)
- Расширения – т.е. создания производственных мощностей (строительство цехов, участков), осуществляемого на выделенных предприятию площадях
- Технического перевооружения. Это комплексное внедрение нового технологического оборудования либо расшивка «узких мест» предприятия.

Расчет производственной мощности

Расчеты производственных мощностей выполняются на основе информации о состоянии установленного оборудования. При этом необходимо руководствоваться следующими положениями:

- 1) в расчетах принимается все наличное оборудование участка (цеха, предприятия), за исключением резервного;

- 2) в расчетах принимается эффективный максимально-возможный фонд времени работы оборудования при заданном режиме сменности;
- 3) в расчетах принимаются передовые технические нормы производительности оборудования, трудоемкости продукции, норм выхода продукции из сырья;
- 4) при расчете производственных мощностей на планируемый период необходимо исходить из возможности обеспечения их полной загрузки. Но вместе с тем должны быть предусмотрены необходимые резервы мощностей, что важно в условиях рыночной экономики для быстрого реагирования на изменения товарного рыночного спроса;
- 5) при расчете величины мощности не принимаются во внимание простои оборудования, которые могут быть вызваны недостатками рабочей силы, сырья, топлива, электроэнергии или организационными неполадками, а также потери времени, связанные с ликвидацией брака продукции.

Производственная мощность предприятия определяется по мощности ведущих цехов, участков, агрегатов. К ведущим относятся цехи и участки, в которых выполняются основные наиболее трудоемкие технологические процессы и операции по изготовлению изделий.

При расчете производственной мощности предприятия включается все оборудование, закрепленное за основными производственными цехами, за исключением резервного, опытных участков и специальных участков для обучения рабочих.

Производственная мощность ведущих подразделений определяется по формуле:

$$M = n \cdot H_m \cdot \Phi \quad (5),$$

где:

$M$  — производственная мощность подразделения (цеха, участка);

$n$  — количество единиц одноименного ведущего оборудования, ед.;

$H_m$  — часовая техническая (паспортная) мощность единицы оборудования, ед.;

$\Phi$  — фонд времени работы оборудования, часов.

Годовой фонд рабочего времени для цехов и производств, действующих в непрерывном режиме (круглосуточно, без остановок в праздничные и выходные дни), рассчитывают, исходя из календарного числа суток в году за вычетом времени на ремонт и технологические остановки агрегатов:

$$T_{\text{эф}}^H = T_{\text{кал}} - T_{\text{ППР}} - T_{\text{техн}}, \quad (6),$$

где  $T_{\text{кал}}$  — календарный фонд (длительность года, 365 дней или 8760 час.);

$T_{\text{ппр}}$  – время простоев в планово-предупредительных ремонтах, ч.

$T_{\text{техн}}$  – время простоев оборудования по технологическим причинам (загрузка, выгрузка, чистка, промывка, продувка и т.д.), ч.

Для цехов и производств, действующих прерывно, годовой фонд рабочего времени определяют на основе календарного числа дней в году за вычетом выходных и праздничных дней. Из полученного фонда времени исключают время на ремонт, который производится в рабочее время:

$$F_{\text{э}} = (F_{\text{к}} - F_{\text{в}} - F_{\text{п}}) \times S \times T_{\text{см.}} - (T_{\text{кр}} + T_{\text{п}}) \quad (7),$$

где:

$F_{\text{к}}$  - календарный фонд времени работы оборудования, дн.;

$F_{\text{в}}$  - количество выходных дней в году;

$F_{\text{п}}$  - количество праздничных дней в году;

$S$  - количество смен в сутках ;

$T_{\text{см.}}$  - продолжительность смены, ч.;

$T_{\text{кр}}$  - время, необходимое на капитальные и планово-предупредительные ремонты, ч.;

$T_{\text{п}}$  - сокращение рабочего времени в предпраздничные дни, ч.

В практике расчетный фонд рабочего времени оборудования производства, работающего в прерывном режиме, называют располагаемым фондом, или номинальным.

В практике управления производством различают несколько ***видов понятий, характеризующих производственные мощности***: проектную, пусковую, освоенную, фактическую, плановую, входную и выходную по периоду, вводимую, выводимую, балансовую.

В зависимости от развития и текущего состояния производства производственная мощность приобретает свои конкретные значения на период пуска производства (**пусковая**), фактически сложившуюся при текущих колебаниях спроса на продукцию (**фактическая**) или в расчетах производства объемов продукции (**плановая**).

**Проектная** производственная мощность определяется в процессе проектирования производства и отражает его возможности для принятых в проекте условий функционирования предприятия. Фактически достигнутую для устойчивой работы мощность называют **освоенной**.

Производственная мощность изменяется в течение года, поэтому различают **входную, выходную и среднегодовую мощности**.

Входная и выходная производственная мощность исчисляются ежегодно по данным отраслевой статистики, как внешняя конкурентная характеристика оборудования.

**Входная производственная мощность** — это мощность на начало отчетного или планируемого периода. Определяется по данным бухгалтерской отчетности.

**Выходная производственная мощность** — это мощность предприятия на конец отчетного или планируемого периода. При этом

выходная мощность предыдущего периода является входной мощностью последующего периода. Она определяется расчётным путём:

$$M_{\text{вых}} = M_{\text{вх}} + M_t + M_p + M_{\text{нс}} - M_{\text{выб}} \quad (8),$$

где:

$M_{\text{вых}}$  — выходная производственная мощность;

$M_{\text{вх}}$  — входная производственная мощность;

$M_t$  — прирост производственной мощности за счет технического перевооружения производства;

$M_p$  — прирост производственной мощности за счет реконструкции предприятия;

$M_{\text{нс}}$  — прирост производственной мощности за счет расширения (нового строительства) предприятия;

$M_{\text{выб}}$  — выбывающая производственная мощность.

Так как ввод и выбытие мощностей производится не одновременно, а происходит на протяжении всего планируемого периода, то возникает необходимость расчета среднегодовой производственной мощности.

Для определения соответствия производственной программы имеющейся мощности исчисляется среднегодовая производственная мощность предприятия ( $M_{\text{сг}}$ ). При равномерном наращивании мощности в течение года ее среднегодовая величина определяется, как полусумма входной ( $M_{\text{вх}}$ ) и выходной ( $M_{\text{вых}}$ ) мощности:

$$M_{\text{сг}} = \frac{M_{\text{вх}} + M_{\text{вых}}}{2} \quad (9)$$

**Среднегодовая производственная мощность** — мощность, определяемая по средней арифметической взвешенной с учётом ввода и выбытия мощности по периодам. Она определяется по формуле:

$$M_c = M_{\text{вх}} + \frac{\sum M_{\text{вв}} \cdot t_1}{12} - \frac{\sum M_{\text{выб}} \cdot t_2}{12} \quad (10),$$

где:

$M_c$  — среднегодовая производственная мощность;

$M_{\text{вв}}$  — вводимая производственная мощность;

$t_1$  — число месяцев эксплуатации введённой в действие мощности в течение отчётного периода;

$M_{\text{выб}}$  — выводимая производственная мощность;

$t_2$  — число месяцев с момента выбытия мощности и до конца отчётного периода.

### ***Причины изменения производственной мощности***

В течение каждого планируемого периода производственная мощность может измениться. Чем больше планируемый период, тем вероятность таких изменений выше.

*Основными причинами изменений являются:*

- установка новых единиц оборудования, взамен устаревших или аварийных;

- износ оборудования;
- ввод в действие новых мощностей;
- изменение производительности оборудования
- модернизация оборудования (замена узлов, блоков, захватов, транспортных элементов и т.п.);
- изменения в структуре исходных материалов, состава сырья или полуфабрикатов, приемах отбора фракций, способах теплового обмена, дозирования, калибровки и др.;
- продолжительность работы оборудования в течение планового периода с учетом остановок на ремонт, профилактику, технологические перерывы;
- специализация производства;
- режим работы оборудования (циклический, непрерывный);
- организация ремонтов и текущего эксплуатационного обслуживания.



## Основные нормы и нормативы технической подготовки производства

Основными нормами и нормативами в технической подготовке производства являются:

- Трудоемкость изготовления единицы продукции
- Норма расхода материальных ресурсов, которые играют важную роль в издержках производства. Средняя величина расхода по материалам в общей себестоимости составляет от 30% до 50% себестоимости.

Рассмотрим далее структуру нормы времени.

При изготовлении продукции и выполнении проектных работ используется норматив  $t_{шт}$ .

$$t_{шт} = t_{пз} + t_o + t_{всп}, \quad (11),$$

где:

$t_o$  – время непосредственно работы оборудования, ч.

$t_{всп}$  – приемы ручного труда, обеспечивающие выполнение работ (установка-снятие заготовки, подведение инструмента, контрольные замеры), ч.

$t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время на выполнение определенных работ или операций, которое тратится перед началом работ (ознакомление с работой, получение и установка инструмента, установка технологических режимов, снятие инструмента после работы), ч.

Однако при проведении анализа хозяйственной деятельности при составлении сметы затрат на производство, а также для выполнения планирования (особенно календарного) используют штучно-калькуляционное время  $t_{штк}$ .

$$t_{штк} = \frac{T_{пз}}{n} + t_o + t_{осм} + t_{о.о.} + t_{н.о.} + t_{о.е.} \quad (12),$$

где:

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время на выполнение определенных работ или операций, которое тратится перед началом работ (ознакомление с работой, получение и установка инструмента, установка технологических режимов, снятие инструмента после работы).  $T_{пз}$  зависит от типа производства.

$N$  – партия, планируемая к запуску в производство.

В единичном производстве  $T_{пз}$  может достигать до 50% фонда рабочего времени. В массовом производстве затраты подготовительно-заключительного времени могут быть очень значительны, но в силу массовости производства доля  $T_{пз}$  на единицу продукции весьма незначительна.

$t_o$  – время непосредственно работы оборудования

$t_{всп}$  – приемы ручного труда, обеспечивающие выполнение работ (установка-снятие заготовки, подведение инструмента, контрольные замеры).

$t_{o.o.}$  – время организационного обслуживания рабочих мест (получение заготовок, подготовка рабочего места, сдача продукции контролеру).

$t_{т.о.}$  – время технического обслуживания (поднастройка оборудования, заточка, замена инструмента, смазка оборудования и другие операции, связанные с обслуживанием оборудования).

$t_{o.e.}$  – время на отдых и естественные надобности.

Приведенная структура времени является нормируемым временем и используется во всех необходимых расчетах. Все остальные расходы времени относятся к ненормируемому времени и называются потерями.

Рассмотрим далее **методы установления нормы времени**.

*Технически обоснованной нормой времени называют время, необходимое для выполнения единицы работы (операции) и установленное на основании анализа и расчета исходя из рационального технологического процесса и научной организации труда, предусматривающей наиболее эффективное использование средств производства труда.*

Для решения задач НОТ и установления технически обоснованных норм необходимо изучать содержание работы и затраты времени на ее выполнение рабочим и оборудованием. В задачи изучения входят выявление и установление потерь рабочего времени для более полного использования резервов оборудования, технологии, организации труда и производства; достижение оптимальной взаимосвязи между человеком и конкретизация основных направлений совершенствования организации труда и производства, а также мобилизация инициативы трудящихся на повышение эффективности производства.

Рационально спроектировать трудовой процесс, обеспечить обоснованность норм труда можно только на базе исходной информации и специальных исследований. Основными целями таких исследований являются:

- анализ структуры операции и затрат рабочего времени;
- получение сведений о факторах, влияющих на затраты рабочего времени;
- определение величины и причин потерь и нерациональных затрат рабочего времени;
- получение данных для разработки норм и нормативов;
- оценка качества применяемых норм и нормативов, причин невыполнения (перевыполнения) норм;
- сравнительная оценка рациональности используемых приемов и методов труда;
- получение исходных данных для разработки инструкционных, технологических карт.

Основным объектом нормирования является производственная операция.

Под операцией понимается часть производственного процесса, выполняемая над определённым предметом труда одним или группой рабочих на одном рабочем месте.

Существуют укрупненные и точные методы нормирования.

**К укрупненным методам** относятся:

*Статистический*, т.е. норма времени на изготовление изделия устанавливается по ранее заготовленным подобным изделиям. При значительных отличиях размеров вводятся поправочные коэффициенты соотношения размеров.

*Метод нормирования по справочнику нормировщика*, которые разработаны для всех конструктивных типов изделий и каждого вида технологических операций.

**К точным методам относятся:**

### **1. Метод хронометражных замеров**

Под хронометражем понимается метод изучения содержания операции, последовательности ее выполнения и измерения затрат рабочего времени на выполнение отдельных циклически повторяющихся основных и вспомогательных элементов операции.

Целью хронометража является получение исходных данных для разработки нормативов времени на элементы ручной и машинно-ручной работы; установления норм времени на отдельные операции (главным образом в условиях крупносерийного и массового производства); проверки и уточнения норм времени, установленных методом технического расчета; изучения, обобщения и распространения рациональных методов и приемов работы передовых рабочих; проверки возможности совмещений во времени трудовых действий и движений, не учтенных при расчете норм по нормативам; синхронизации работ на поточных линиях и конвейерах в целях полной загрузки агрегатов, оборудования и рабочих-операторов.

Хронометражное наблюдение сводится к измерению и фиксации продолжительности каждого нормируемого элемента операции (движения, приема или комплекса приемов). Для измерения продолжительности используют секундомеры, хронометры, киноаппаратуру, специальные регистраторы времени (многоциферблатные цифровые и стрелочные приборы), устройства нанесения информации на перфоленты или стандартные бланки.

Хронометраж проводится с обязательным предупреждением исполнителя. При обработке хронокарты выбирается средняя продолжительность выполнения элемента и вокруг него формируется ряд действительных замеров, не более чем на 15% отличающийся от среднего. Все остальные замеры вычеркиваются и считаются недействительными, а норма времени –  $t_{шт.э.}$  равно:

$$t_{шт.э.} = \frac{\sum t_{шт.э. \text{ действит}}}{K_{действит}} \quad (12),$$

где  $K$  – количество.

## **2. Метод фотографии рабочего дня**

Под фотографией рабочего (ФРВ) понимается метод исследования трудового процесса в целях выявления затрат рабочего времени в течение изучаемого периода (обычно целой смены).

Фотография рабочего времени предусматривает решение следующих задач:

- выявление потерь рабочего времени, выяснение их причин с последующей разработкой оргтехмероприятий по устранению потерь и соответствующему повышению производительности труда;
- изучение затрат и составление фактического баланса рабочего времени по категориям (подготовительно-заключительное, основное, вспомогательное, время перерывов и т.д.) и оценка на этой базе действующих нормативов и норм;
- проектирование нормального баланса рабочего времени, предусматривающего улучшение загрузки рабочих и оборудования в течение рабочего дня;
- накопление материалов для разработки нормативов подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места, времени на отдых и личные надобности;
- определение численности и норм обслуживания по различным категориям основных и вспомогательных рабочих;
- установление уровня использования рабочего времени и целесообразного распределения обязанностей между бригадирами, мастерами, технологами цехов и другими линейными руководителями.

Наблюдения проводят за одним рабочим либо группами рабочих, выполняющих разные работы либо общую работу по единому производственному заданию. Соответственно различают индивидуальные, групповые и бригадные фотографии рабочего времени.

## **3. Метод моментных наблюдений**

Является разновидностью выборочного наблюдения и применяется при изучении использования рабочего времени и эксплуатации производственного оборудования в промышленности. Метод является наиболее приемлемым для определения эффективности изменений в организации труда инженерно-технических работников и служащих.

Данный метод предполагает регистрацию количества моментов осуществления того или иного вида затрат рабочего времени или моментов работы и перерывов в работе оборудования без специальных замеров времени и определение на основе этих данных удельного веса и абсолютного значения отдельных элементов затрат рабочего времени в общих его затратах за период наблюдения. Применяется при изучении использования рабочего

времени большой группой работающих (позволяет исследованием охватить 50-100 чел.).

Специальные регистраторы в течение рабочей смены по намеченному маршруту через определённые интервалы производят обход рабочих мест и фиксируют элементы рабочего или станочного времени («работа» или «простой»). Число наблюдений рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{t^2(1-K) \cdot 100^2}{K \cdot \Delta_k^2}, \quad (13),$$

где

$K$  — коэффициент использования времени;

$\Delta_k$  — заданная точность, т. е. предельная относительная ошибка при определении

$K$  с доверительной вероятностью 0,954 или 0,997;

$t$  — гарантийный коэффициент точности результатов моментного наблюдения.

В условиях стабильного производственного процесса  $t=2$ , тогда доверительная вероятность  $\Phi_t=0,954$ ; в условиях нестабильного производственного процесса  $t = 3$  и  $\Phi(t) = 0,997$ .

Количество обходов определяется путём деления числа записей на число рабочих мест или на количество установленного оборудования. Оценка результатов моментного наблюдения производится по формуле:

$$\Delta = t \sqrt{\frac{K(1-K)}{N}}, \quad (14),$$

где  $(1 - K)$  - потери времени

$K$  достоинствам данного метода можно отнести то, что с помощью моментных наблюдений можно анализировать структуру рабочего времени практически при любом количестве наблюдаемых объектов. Это важно, так как установление затрат времени одного или двух—трех рабочих, как правило, не имеет существенного экономического значения.

Метод моментных наблюдений обеспечивает значительно большую достоверность структуры затрат времени. В отличие от метода непосредственных замеров, когда наблюдатель постоянно находится в непосредственной близости от наблюдаемых рабочих, при моментных наблюдениях фиксация состояний объектов наблюдения может осуществляться так, что это не будет оказывать сколько-нибудь заметного психологического воздействия на рабочих. Для тех, кто изучает структуру времени, проведение моментных наблюдений также связано с меньшим психическим и физическим напряжением.

Результаты моментных наблюдений не станут менее достоверными, если наблюдения будут прерваны, а затем продолжены через, несколько часов или смен.

Как показывает опыт, при моментных наблюдениях затраты времени наблюдателей в 5—10 раз меньше, чем при непосредственных замерах времени.

К недостаткам метода относится то, что при использовании данного способа получаются только средние величины затрат рабочего времени и времени использования оборудования; невозможно получить данные об изменениях соответствующих величин в процессе работы и очередности выполнения отдельных элементов операции

Различают следующие способы ведения наблюдений.

**Визуальный способ** — наблюдение и фиксация затрат времени производится непосредственно наблюдателем с помощью стрелочно-циферблатных приборов времени.

**Наблюдение с помощью приборов** (полуавтоматических) обеспечивает фиксирование отдельных затрат времени приборами под управлением наблюдателя.

**Автоматический способ** наблюдения подразумевает использование кино- и видеосъемки, промышленного телевидения, осциллографии и т.п.

### ***Нормы расхода материальных ресурсов (МР)***

По назначению нормируемых материалов в процессе производства выделяются нормы расхода: сырья и основных материалов, различных вспомогательных материалов, топливно-энергетических ресурсов.

Классификация норм расхода

#### ***По степени детализации объекта нормирования***

*Индивидуальные* - нормы расхода материальных ресурсов, когда в качестве объекта нормирования выступает конкретная единица продукции (работа) - технологическая операция, сборочная единица, комплект и т.д. Применяются для определения потребности в МР предприятий (объединений), а так же для организации материально-технического обеспечения рабочих мест, участков, цехов.

*Групповые* - нормы расхода МР на производство укрупненной единицы однотипной продукции (работы). Например грузового автомобиля, трактора, телевизора и т.п. Зависят от структуры производства и индивидуальных норм расхода. Применяются на верхних уровнях планирования материально-технического обеспечения.

#### ***По степени укрупнения сырья и материалов***

*Специфицированные* - нормы расхода на единицу продукции (работы) конкретных видов МР в ассортименте по типоразмерам, маркам, профилям, составу и т.п.

Разрабатываются, как правило, в форме индивидуальной нормы расхода МР на технологическую операцию, деталь, готовое изделие. Предназначены для определения потребности в сырье и материалах в процессе формирования договоров поставки, и т.п. В практике планирования и организации материально-технического обеспечения не применяются.

*Сводные* - нормы расхода однородных видов МР на изготовление изделия или однотипной группы изделий. Могут быть и индивидуальными и групповыми. Определяются суммированием специфицированных норм расхода ресурсов входящих в одну группу. Кроме сырья и материалов

потребляемых на предприятии при изготовлении продукции, в состав групповых сводных норм включается расход МР на покупные комплектующие изделия. Групповые сводные нормы определяются как средневзвешенные индивидуальных сводных норм расхода. Сводные нормы применяются для расчета годовой потребности в МР.

#### ***По времени использования***

*Годовые* нормы, которые используются для определения потребности и распределения материальных ресурсов на год и выражают среднегодовой расход материальных ресурсов на производство единицы продукции;

*Текущие* нормы действуют на предприятиях применительно к существующим в каждый данный момент организационно-техническим условиям производства.

#### **Измерители норм расхода.**

Выбор единицы измерения нормы расхода следует из ее определения: она должна содержать измеритель расхода материального ресурса, так и измеритель объема продукции (работы).

Измеритель норм расхода должен:

- наиболее полно и эффективно характеризовать экономическую сущность производственного потребления материальных ресурсов;
- учитывать специфику использования МР, при производстве конкретных видов продукции и работ;
- соответствовать единицам измерения объема производства продукции (работ) установленным для данного уровня планирования;
- ориентировать на конечные результаты производства, применение экономических методов управления материальными ресурсами.

#### ***Основные методы нормирования материальных ресурсов.***

**Расчетно-аналитический** метод разработки индивидуальных норм расхода сырья и материалов предусматривает поэлементное определение расходов МР, входящих в состав нормы, по данным проектной, конструкторской, технологической и другой технической документации.

**Опытный** метод разработки индивидуальных норм расхода сырья и материалов основан на непосредственных замерах расхода МР и объемов произведенной продукции в лабораторных или производственных условиях.

**Отчетно-статистический** метод заключается в определении среднестатистической величины фактического расхода материальных ресурсов на производство единицы продукции (работы) на базе отчетных данных за прошлые годы. Для расчета обычно используются данные бухгалтерского и складского учета.

## Планирование технической подготовки производства

**Главной целью** планирования технической подготовки производства является обеспечение полноты, комплектности и своевременности выдачи технической документации по конструкторской и технологической подготовке производства. *Критерием достижения этой цели* является сведение до минимума затрат и сроков подготовки производства при высоком качестве.

**Локальными целями** подсистемы планирования технической подготовки производства являются определение объема и трудоемкости работ, начальных и конечных сроков подготовки в целом, а также ее отдельных этапов. *Критериями достижения локальных целей* этой подсистемы служат выполнение заданий по номенклатуре, объемам, срокам и трудоемкости работ: конструкторским отделом – по отдельным изделиям и этапам проектирования; технологическим отделом – по разработке технологических процессов и проектированию инструментальной оснастки; инструментальным цехом – по ее изготовлению; опытным цехом – по обработке деталей, сборке и выпуску опытного образца изделия и т.п.

Техническая подготовка производства является объектом внутризаводского планирования и представляет собой в определенной мере детализацию и конкретизацию планов технического и организационного развития производства.

Функции планирования технической подготовки производства реализуются тремя блоками задач.

**Блок объемного планирования** включает задачи: установления перечня работ по этапам технической подготовки и подразделениям-исполнителям (ОГК и ОГТ); расчета общего объема работ по каждому этапу конструкторской и технологической подготовки в принятых единицах величин; расчета объема работ в человека-ч по отдельным подразделениям ОГК и ОГТ; выявления соответствия потребности в ресурсах их наличию по каждому подразделению и разработки мероприятий по сбалансированию загрузки.

**Блок календарного планирования** содержит задачи: разработки нормативов для планирования технической подготовки; определения числа исполнителей и продолжительности выполнения по каждому виду работ; построения календарных графиков работы подразделений и установления сроков начала и окончания работ.

**В блок оперативного планирования** входят задачи, относящиеся к этапу исполнения работ: разработки оперативных планов-заданий на месяц или неделю; оперативного учета исполнения работ; контроля и анализа фактического состояния работ в сопоставлении с заданными номенклатурой, объемами и сроками; принятия оперативных мер к ликвидации сложившихся отставаний.

Для решения перечисленных функциональных задач подсистема необходимо располагать:



- трудовыми ресурсами – инженеры-экономисты, специализирующиеся в области планирования технической подготовки производства и технические исполнители;
- материальными ресурсами и техническими средствами (СКМ, ЭВМ и др.);
- экономико-математическим обеспечением – чертежи, карты технологических процессов, нормативно-справочные данные, планово-учетная документация, средства оргтехники и др.

Планирование технической подготовки производства в масштабе предприятия осуществляет специальный отдел, подчиненный непосредственно главному инженеру (на крупных предприятиях) или начальнику ППО (на средних и небольших предприятиях), а также соответствующие бюро в ОГК и ОГТ.

Исходными данными для планирования технической подготовки производства служат:

- задания плана технического развития предприятия;
- нормативы для определения состава и объема работ, их продолжительность по всем этапам технической подготовки.

В процессе планирования нередко ставятся задачи сокращения сроков технической подготовки с целью ускорения реализации достижений науки и техники в производстве, сокращения затрат на осуществление технической подготовки и повышения качества работ. На практике с целью сокращения сроков подготовки используется метод параллельного и параллельно-последовательного ведения работ. В этом случае работы, например, второй стадии начинаются раньше, нежели заканчивается первая, а третьей стадии – раньше, чем заканчивается вторая и т.д. В результате совмещения разных стадий проектирования общий цикл подготовки производства резко сокращается.

В организации работ по созданию и освоению новой техники и технологии важное место занимает использование наглядных графических изображений. Наибольшее распространение на практике получили графики линейного типа, в особенности при небольшом объеме проектируемых работ и краткосрочности этапов их осуществления. Связано это с простотой и удобством их графического построения, наглядностью изображаемых процессов.

Примером линейного графика может служить ленточный график Ганта.

Он является самым простым с точки зрения построения, учета и контроля. Применяются для простых объектов, включающих до 50 работ. Пример составления ленточного графика Ганта представлен на рис. 8.

Построение ленточного графика включает в себя:

- перечень выполняемых работ (первый вертикальный столбец);
- нанесение по горизонтали календарной продолжительности работ.

Недостатком этого метода является то, что в случае срыва сроков выполнения работ график требует полной переработки по срокам.

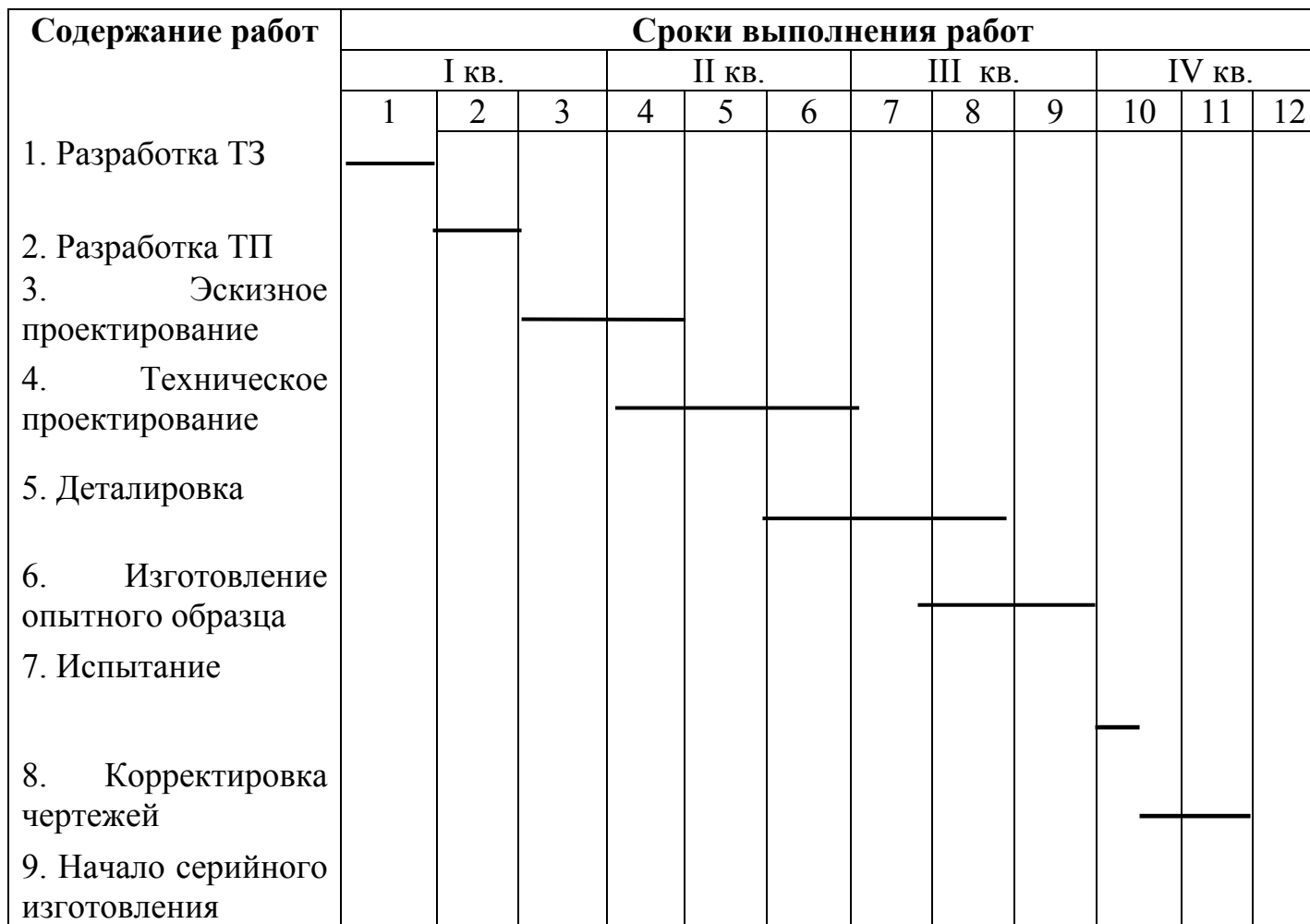


Рис. 8. Ленточный график Ганта

При освоении сложных объектов современной техники планирование и управление разработками выполняется при помощи **методов сетевого планирования и управления (СПУ)**. Эти методы позволяют оптимизировать процесс создания новой продукции как по времени, так и по стоимости. СПУ используется при создании сложных изделий и необходимости увязки многочисленных работ, в которых участвует большое количество исполнителей.

СПУ основано на графическом изображении определенного комплекса работ, отражающем их логическую последовательность, взаимосвязь и длительность, с оптимизацией разработанного графика (сетевой модели) при помощи методов прикладной математики и вычислительной техники и его использования для текущего руководства этими работами.

Сетевая модель представляет собой графическое изображение технологической последовательности и связи событий, которые представляют собой результат одной или нескольких работ.

СПУ предусматривает 7 последовательных этапов:

1. Составление перечня работ, которые надлежит выполнить по объекту разработки для получения конечной цели.

2. Установление топологии сети, т.е. четкой последовательности и взаимосвязи данной  $i$ -ой, предшествующей  $i-1$  и последующей  $i+1$  работ.

3. Построение сетевого графика или модели.

4. Определение продолжительности работ. Сетевые модели могут иметь детерминированную, стохастическую и смешанную структуру. В детерминированной модели все работы, их взаимосвязи, продолжительности строго определены. Если работы включены с некоторой вероятностью, структура сетевой модели носит стохастический характер.

5. Расчет параметров сети

6. Анализ сети и оптимизация графика

В результате расчетов параметров сетевой модели производится ее привязка к календарным датам, затем проводится всесторонний анализ графика и предпринимаются меры по его оптимизации.

Вопросы необходимости оптимизации сетевого графика во времени решаются в зависимости от значения вероятности выполнения завершающего события графика в директивный срок.

7. Функционирование сетевой модели. Для управления ходом работ над объектами, регламентированных сетевыми графиками, в организации необходимо создать специальную службу. В ее обязанности должно входить решение всех вопросов предыдущих пунктов и контроль за выполнением хода работ.

*Достоинства* сетевых графиков:

- возможности прогнозирования оценки последствий изменения плана
- детализация сроков выполнения работ
- координация работы исполнителей

- возможности полного и целесообразного использования ресурсов.

### ***Построение сетевой модели***

Сетевая модель – это графическое изображение технологической последовательности и связи событий, каждое из которых выражает результат и момент окончания входящих в него одной или нескольких работ.

При построении сетевой модели оперируют двумя терминами: **работа и событие**.

**Событие** – это результат в момент окончания входящих в него одной или нескольких работ. Событие не может быть выражено во времени - оно представляет собой момент окончания входящей в него работы. В сетевой модели событие изображается кружком с указанием в нем номера события.

**Работа** представляет собой любой процесс, предшествующий свершению события. Работа в сетевой модели изображается стрелкой.

Работа – это любой процесс, действие, приводящее к свершению события. Различают работы:

- действительную, т.е. требующую затрат труда и времени;
- ожидание, требующее времени без затрат труда;
- фиктивную, т.е. логическую связь, зависимость между двумя событиями.

Работу 1 и 2 изображают сплошной стрелкой, 3 – пунктирной.

Все работы через промежуточные события ведут к завершающему событию, которое означает достижение цели, намеченной в программе.

Любая непрерывная последовательность работ и событий образует пути сетевой модели.

**Критический путь** - это полный путь от исходного до завершающего события максимальной продолжительности.

### **Правила построения топологии сетевой модели:**

- 1) Сетевая модель строится слева направо: от исходного события к завершающему;
- 2) Длина стрелки, изображающей работу, не выражает продолжительности выполнения работы (модель строится вне масштаба);
- 3) Ожидаемая продолжительность работы проставляется в соответствующих временных оценках над стрелкой;
- 4) Нецелесообразно изображать на модели работы продолжительностью менее принятой единицы измерения;
- 5) Работы кодируются номерами начального  $i^{го}$  и конечного  $j^{го}$  события, причем код  $j^{го}$  события не может быть меньше кода  $i^{го}$  события;
- 6) В сетевой модели не должно быть ни одного события, кроме исходного, в которое не входила бы ни одна работа;
- 7) В сетевой модели не должно быть ни одного события, кроме завершающего, из которого не выходила бы ни одна работа;

- 8) На сетевой модели не должно быть работ с одинаковыми кодами, т.е. С общими начальными и конечными событиями. Если работы  $ak$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) начинаются и заканчиваются общими для данных работ событиями, то для того, чтобы все эти работы имели различные коды, в сетевую модель необходимо ввести  $(n-1)$  фиктивных работ  $bt$  ( $t=1, 2, \dots, n-1$ ).
- 9) При построении сетевой модели следует по возможности избегать пересечения стрелок.

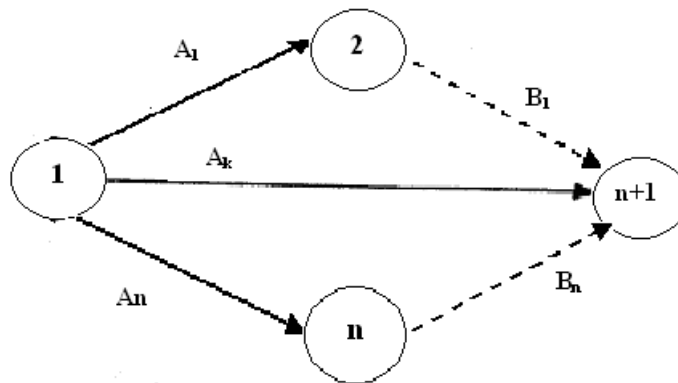


Рис. 9. Сетевая модель

К основным параметрам сетевой модели относят характеристики событий, работ, резервы времени событий и работ. Эти параметры являются исходными для получения ряда дополнительных характеристик, а также для анализа сети или составления плана разработки.

При небольших размерностях сетевой модели (до 100 событий) параметры событий рассчитываются графическим методом, а при больших – параметры работ рассчитываются табличным методом.

Порядок расчета параметров событий.

Расчету подлежат следующие параметры:

$T_{pi}$  – наиболее ранний возможный срок свершения события;

$T_{pi}$  – наиболее поздний допустимый срок свершения события;

$R$  – резерв времени события.

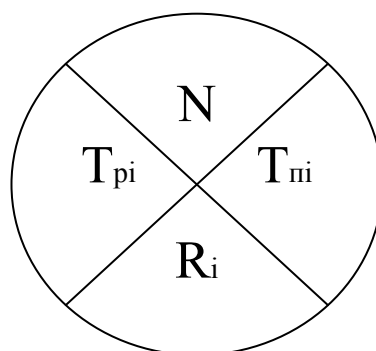


Рис. 10. Порядок расположения параметров событий

Расчет выполняется по следующим правилам:

- 1) Осуществляется проход сетевой модели от исходного события к завершающему и последовательно определяются ранние сроки свершения событий по формуле:

$$T_{rj} = \max (T_{ri} + t_{ij}) \quad (15),$$

где  $t_{ij}$  – ожидаемое время выполнения работы  $ij$ .

При этом ранний срок свершения исходного события принимается равным нулю:  $T_{r0} = 0$ .

- 2) Поздний срок свершения завершающего события принимается равным полученному значению его раннего срока свершения:  $T_{пз} = T_{рз}$ . Этот срок определяет длину критического пути сетевой модели  $T_{кр}$ .

- 3) Осуществляется проход сетевой модели от завершающего события к исходному и последовательно определяются поздние сроки свершения событий по формуле:

$$T_{pi} = \min (T_{pj} - t_{ij}) \quad (16).$$

Необходимо обратить внимание на то, что полученное в результате расчета значение позднего срока свершения исходного события должно быть равно нулю:  $T_{п0} = T_{р0} = 0$ .

- 4) Рассчитываются резервы времени всех событий сетевой модели по формуле:

$$R_i = T_{pi} - T_{ri} \quad (17).$$

- 5) Выделяется на сетевой модели критический путь как непрерывная последовательность работ от исходного события до завершающего с нулевыми резервами времени событий.

## **Заключение**

В учебном пособии были рассмотрены основные вопросы, связанные с комплексом работ по созданию и освоению новых товаров. Отражены и раскрыты цели, задачи и содержание каждого из этапов технической подготовки производства, рассмотрен процесс планирования технической подготовки производства.

Учебное пособие освещает основные вопросы, связанные с технической подготовкой производства.

Рассмотренный выше материал является базовым для проведения лекций по дисциплине «Основы технической подготовки производства».



## Список использованной литературы

- 1) Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2009.
- 2) Ильенкова С.Д. Инновационный менеджмент: Учебник. - 3-е изд. – М.: Юнити-Дана, 2007. – 336 с.
- 3) Краткий экономический словарь - М., 1987
- 4) Милаев В.А., Фаткин А.А., Рулева Т.В. Параметрическое описание нормативных документов - основа качества создаваемой документации и выпускаемой продукции: Электронный ресурс. – Режим доступа [свободный]: <http://lab18.ipu.rssi.ru/labconf/article.asp?num=35>.
- 5) Непомнящий Е.Г. Экономика и управление предприятием: Конспект лекций. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1997. – 374 с.
- 6) Организация, планирование приборостроительного производства и управление предприятием: Учебник для студентов приборостроительных специальностей вузов / В.А. Петров, Л.П. Беликова, Э.В. Минько и др.; Под общ. ред. В.А. Петрова. – Л.: Машиностроение. Ленингр.отд-ние, 1987. – 424 с.: ил.
- 7) Ребрин Ю.И. Основы экономики и управления производством (Конспект лекций). – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.
- 8) Сафронов Н.А. Экономика предприятия: Учебник/Под ред. проф. Н.А. Сафронова. – М.: «Юристъ», 1998. – 584 с.
- 9) Тимохин М.Н., Лебедь В.Г. Экономика и организация промышленного производства – М.: ИНФРА-М, 2001 – 694 с.
- 10) Тюленев Л.В. Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. Пособие. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2001. – 304 с.
- 11) Экономика предприятия: Учебник / Под общ. ред. С.Ф. Покропивного. — Пер. с укр. 2-го перераб. и доп. изд. — К.: КНЭУ, 2002.
- 12) Экономика предприятия: Учебник для вузов / Под ред. В.Я. Горфинкеля, Е.М. Куприянова. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996.



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики» на 2009–2018 годы.

---

## КАФЕДРА МЕНЕДЖМЕНТА

Кафедра менеджмента создана в 1995 году на базе старейшей в университете кафедры экономики промышленности и организации производства, осуществлявшей подготовку студентов всех технических специальностей по направлениям: экономика производства; организация, планирование и управление производством.

С 1968 года кафедрой возглавлял д.э.н., профессор Петров В. А. — создатель нового научного направления работ кафедры: «Организация производства и оперативное управление». На кафедре работало три секции: экономика промышленности, организация и планирование производства, техника безопасности и охрана труда.

В 1986 году кафедра открывает подготовку специалистов по специализации «Организация производства» в рамках специальности «Приборостроение» на вечернем факультете ускоренного обучения и производит три выпуска инженеров — организаторов производства.

В 1992 году кафедра была реорганизована в кафедру экономики предприятия и менеджмента, затем в кафедру менеджмента и начала подготовку бакалавров и специалистов по направлению и специальности «Менеджмент». В 1997 году был произведен первый выпуск бакалавров и специалистов «менеджер». За период с 1997 года на кафедре подготовлено свыше 600 специалистов-менеджеров.

На кафедре работают 16 преподавателей, в том числе 3 профессора, 9 кандидатов наук, один заслуженный работник высшей школы, два члена-корреспондента Международной академии теории и практики организации производства.

Коллектив кафедры обеспечивает преподавание свыше 20 организационно-управленческих дисциплин, осуществляет учебно-методические и научные разработки (пяти учебникам и учебным пособиям присвоен гриф министерства образования и науки РФ), подготавливает аспирантов по профилю кафедры.

Светлана Александровна Медведева

## ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

В авторской редакции

Дизайн

С.А. Медведева

Верстка

С.А. Медведева

Редакционно-издательский отдел Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99

Подписано к печати

Заказ №

Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе

**Редакционно-издательский отдел**  
Санкт-Петербургского государственного  
университета информационных технологий,  
механики и оптики  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

