

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)

О. В. Грицкевич, А. В. Шабурова

# **ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебно-методического пособия для обучающихся по направлению  
подготовки 27.03.05 Инноватика (уровень бакалавриата)

Новосибирск  
СГУГиТ  
2019

УДК 621.396:62-192(075):681.2

Г858

Рецензенты: кандидат экономических наук, доцент, НГТУ *Н. А. Щербакова*

кандидат экономических наук, доцент СГУГиТ *Е. О. Ушакова*

**Грицкевич, О. В.**

Г 858 Жизненный цикл технических систем [Текст] : учеб.-метод. пособие / О. В. Грицкевич, А. В. Шабурова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – 113 с.

ISBN 978-5-907052-83-3

Учебно-методическое пособие подготовлено кандидатом технических наук, доцентом О. В. Грицкевич и доктором технических наук, доцентом, директором ИОиОТ А. В. Шабуровой на кафедре специальных устройств, инноватики и метрологии СГУГиТ.

В пособии рассмотрены понятия технической системы и ее жизненного цикла, концепция и структура жизненного цикла технических систем, организация подготовки производства к выпуску новой продукции, а также влияние факторов внешней среды на жизненный цикл технических систем, его прогнозирование и экономические аспекты. Приведены практические задания по темам данного курса.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Жизненный цикл технических систем» предназначено для обучающихся по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика, профиль подготовки «Управление инновациями» (уровень бакалавриата).

Рекомендовано к изданию кафедрой специальных устройств, инноватики и метрологии, Ученым советом Института оптики и оптических технологий СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 621.396:62-192(075):681.2

ISBN 978-5-907052-83-3

© СГУГиТ, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
1. Техническая система и ее жизненный цикл.....	7
1.1. Понятие системы.....	7
1.2. Виды систем.....	7
1.3. Законы развития систем.....	10
1.4. Закономерности жизненного цикла технических систем.....	11
<i>Вопросы для обсуждения</i> .....	12
<i>Темы докладов</i> .....	13
<i>Индивидуальное задание</i> .....	14
2. Концепция жизненного цикла технических систем.....	15
2.1. Описание жизненного цикла технических систем.....	15
2.2. Типы моделей жизненного цикла технических систем.....	17
2.3. Моделирование жизненного цикла технических систем.....	19
2.4. Анализ иерархии в системе.....	20
2.5. Метод «дерево».....	21
2.6. Функционально-структурный подход.....	21
2.7. Системный анализ как инструмент для прогнозирования жизненного цикла технических систем.....	22
<i>Вопросы для обсуждения</i> .....	23
<i>Темы докладов</i> .....	24
<i>Индивидуальное задание</i> .....	25
<i>Практическое задание</i> .....	25
3. Структура жизненного цикла технических систем.....	26
3.1. Общие вопросы проектирования технических систем.....	26
3.2. Проектирование.....	29
3.2.1. Макропроектирование (внешнее проектирование).....	29
3.2.2. Внутреннее проектирование (микропроектирование).....	32
3.3. Стадия испытаний.....	36
3.4. Серийное производство.....	37
3.5. Эксплуатация.....	38

3.6. Консервация.....	39
3.7. Модернизация.....	40
<i>Вопросы для обсуждения</i> .....	41
<i>Темы докладов</i> .....	42
<i>Индивидуальное задание</i> .....	42
<i>Практическое задание</i> .....	43
4. Организация подготовки производства к выпуску новой про- дукции.....	44
4.1. Сущность и задачи подготовки производства.....	44
4.2. Организация подготовки производства во времени.....	46
4.3. Комплексный подход к организации подготовки производ- ства.....	48
4.4. Общие вопросы организации научно-исследовательских работ .....	49
4.5. Содержание и этапы научно-исследовательских работ.....	50
4.6. Характеристика опытно-конструкторских работ .....	51
4.7. Содержание и основные этапы технологической подготов- ки производства .....	54
4.8. Содержание и основные стадии организационной подго- товки производства.....	56
4.9. Содержание процесса освоения новых технических систем и принципы его организации .....	57
<i>Вопросы для обсуждения</i> .....	58
<i>Темы докладов</i> .....	59
<i>Индивидуальное задание</i> .....	60
5. Факторы, влияющие на жизненный цикл технических систем .....	61
5.1. Факторы внешней и внутренней среды .....	61
5.2. Влияние научно-технического прогресса на жизненный цикл технических систем .....	64
5.3. Направления и методы анализа факторов внешней и внут- ренней среды.....	68
<i>Вопросы для обсуждения</i> .....	70
<i>Темы докладов</i> .....	71
<i>Индивидуальное задание</i> .....	71

6. Прогнозирование жизненного цикла технических систем.....	72
6.1. Основные направления прогнозирования новой техники .....	72
6.2. Методы прогнозирования и условия их использования .....	74
6.3. Процесс прогнозирования.....	79
6.4. Принятие решений в сложных системах .....	81
<i>Вопросы для обсуждения</i> .....	83
<i>Темы докладов</i> .....	84
<i>Индивидуальное задание</i> .....	84
<i>Практическое задание</i> .....	84
7. Экономические аспекты жизненного цикла технических систем .....	86
7.1. Износ. Формы износа. Стоимость износа.....	86
7.2. Эффективность использования технических систем в течение их жизни .....	89
7.3. Показатели эффективности производства .....	94
7.4. Факторы развития предприятия в процессе производства технических систем .....	95
<i>Вопросы для обсуждения</i> .....	95
<i>Темы докладов</i> .....	96
<i>Индивидуальное задание</i> .....	97
<i>Практические задания</i> .....	97
8. Практические материалы для промежуточной аттестации обучающихся.....	100
8.1. Тестовые задания.....	100
8.2. Темы рефератов.....	106
8.3. Контрольные вопросы.....	107
Заключение.....	110
Библиографический список.....	111

## ВВЕДЕНИЕ

При внедрении инноваций необходимо учитывать, на каком этапе жизненного цикла находятся различные технические системы, для того чтобы своевременно начинать их разработку. Понятие «жизненный цикл технической системы» имеет ярко выраженную направленность на процесс управления проектированием и внедрением в производство новой техники. Знание этапа жизненного цикла технических систем позволяет рассматривать деятельность по управлению их созданием, развитием, старением, утилизацией, с которой связаны цели проектирования новой техники, распределение и расходование ресурсов, а также другие аспекты по управлению всеми процессами на протяжении жизненного цикла, т. е. управлению проектами. Любой процесс управления проектом разработки и внедрения новой техники разбивается на стадии и этапы проектирования, которые детализируются определенными видами работ или функциями, выполняемыми разработчиками в тот или иной момент развития проекта.

Дисциплина «Жизненный цикл технических систем» является составной частью теоретических дисциплин. Изучение данной дисциплины необходимо для формирования дополнительных профессиональных компетенций, связанных со способностью учитывать продолжительность жизненного цикла различных технических систем в своей профессиональной деятельности.

В данном учебно-методическом пособии рассмотрены концепция и структура жизненного цикла технических систем, организация подготовки производства к выпуску новой продукции, описаны факторы внешней среды и их влияние на жизненный цикл технических систем, уделяется внимание вопросам прогнозирования и экономического обоснования всех протекающих процессов на различных этапах жизненного цикла технических систем.

# 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

## 1.1. Понятие системы

Система – это совокупность элементов, которые находятся между собой в определенных зависимостях и составляют некоторую целостность для того, чтобы достигнуть определенной цели.

В самом общем смысле понятие «система» характеризуется:

- множеством элементов;
- существующими связями между этими элементами;
- целостностью своего существования.

Надсистема – это система, которая может являться элементом (частью) другой системы более высокого порядка. Подсистема – это система, которая включает в себя системы более низкого порядка.

Система может быть представлена в виде:

- блока со структурой, не определенной внутри, и известными «входами» и «выходами»;
- графических структур;
- математических формул.

Техническая система – это материальный объект, вещественный продукт инженерно-производственной деятельности. Она решает задачи по программам, составленным человеком, а сам человек не является элементом такой системы. Техническая система – это совокупность взаимосвязанных физических элементов. В качестве связей в этой системе выступают физические взаимодействия [3].

## 1.2. Виды систем

1. Классификация систем по происхождению:

- естественные;
- искусственные (создаваемые, антропогенные);
- смешанные (эргономические).

## 2. Классификация систем по объективности существования:

- реальные (материальные или физические);
- абстрактные (символические);
- виртуальные.

## 3. Классификация действующих систем:

- технические системы, которые представляют собой материальные системы;
- эргатические системы, которые существуют, если в системе присутствует человек, выполняющий определенные функции субъекта;
- технологические системы, которыми является совокупность операций в достижении некоторых целей;
- экономические системы, к которым относится система отношений, складывающихся в экономике;
- социальные системы – это совокупность мероприятий, направленных на социальное развитие жизни людей;
- организационные системы – это совокупность элементов, обеспечивающих координацию действий, функционирование и развитие основных функциональных элементов объекта управления;
- системы управления, в которых реализуется какая-либо функция управления.

## 4. Классификация систем по однородности и разнообразию структурных элементов:

- гомогенные (однородные);
- гетерогенные (разнородные);
- системы смешанного типа.

## 5. Классификация систем по признаку линейности: линейные и нелинейные.

## 6. Классификация систем по признаку прерывности: дискретные и непрерывные.

## 7. Классификация систем по наличию цели:

- каузальные – это системы, которые не имеют внутренней цели;
- целенаправленные – это системы, которые имеют собственную цель, являются активными системами.

8. Классификация на большие и сложные системы:

– большая система связана с количеством элементов в ней (преимущественно однородных);

– сложная система характеризуется взаимосвязями между элементами, поведением.

9. Классификация систем по сложности, по К. Боулдингу (см.: [16]), представлена в табл. 1.

*Таблица 1*

Классификация систем по сложности

Тип системы	Уровень сложности	Примеры
Неживые системы	Статические структуры (остовы)	Кристаллы
	Простые динамические структуры с заданным законом поведения	Часовой механизм
	Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи	Термостат
Живые системы	Открытые системы с самосохраняемой структурой (первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое)	Клетки
	Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию	Растения
	Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие самосознанием	Животные
	Системы, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением	Люди
	Социальные системы	Социальные организации
	Трансцендентные системы (системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания)	Нет примеров

Виды сложности систем:

– структурная сложность: простые, сложные и очень сложные системы;

– функциональная сложность – это сложность построения системы.

10. Классификация систем по детерминированности. Если поведение объекта можно однозначно предсказать, то объект является детерминированным, в противном случае – недетерминированным (стохастическим).

11. Классификация систем по степени организованности представлена в табл. 2.

Таблица 2

Классификация систем по степени организованности

Вид системы	Характеристика
Хорошо организованные	Системы, при анализе которых имеется возможность определения их элементов и компонентов, взаимосвязей между ними, правил объединения элементов в более крупные компоненты. При этом возможно установить цели и определить эффективность их достижения при функционировании системы. Применяются при моделировании технических и технологических систем
Плохо организованные, или диффузные	Не ставится задача определить все учитываемые компоненты и их связи с целями системы
Самоорганизующиеся системы	Обусловлены наличием в системе активных элементов, делающих систему целенаправленной

12. Классификация по степени централизации:

- централизованные системы, которые имеют в своем составе элемент, играющий доминирующую роль в процессе ее функционирования;
- децентрализованные системы, которые не имеют такого элемента.

13. Классификация по количеству входов и выходов: одномерные и многомерные системы [2].

### 1.3. Законы развития систем

1. Закономерности взаимодействия части и целого:

- эмерджентность – это возникновение в системе новых интегральных качеств, не свойственных ее компонентам, когда каждый элемент системы усиливает друг друга;
- целостность – означает, что изменение в одном элементе системы вызывает изменения во всех других элементах и в системе в целом;
- аддитивность – это поведение объекта, который состоит из частей, не связанных между собой, при этом изменение в каждой части зависит только от самой этой части;

– синергизм – проявляется в виде мультипликативного эффекта, когда потенциал всей системы больше суммы потенциалов каждого ее элемента;

– прогрессирующая изоляция и прогрессирующая систематизация: прогрессирующая изоляция – это постепенный переход от целостности к разделению системы; прогрессирующая систематизация – это процесс, при котором изменение системы идет в сторону целостности;

– изоморфизм и изофункционализм: изоморфизм – это сходство объектов по форме или строению; изофункционализм – это введение в описание систем в качестве параметра времени, т. е. рассмотрение в динамике.

## 2. Закономерности иерархической упорядоченности систем:

– коммуникативность – любая система не изолирована от других систем, а связана множеством коммуникаций с внешней средой;

– иерархичность – любую систему можно представить в виде иерархии.

3. Энтропийные закономерности. В системном анализе энтропия служит количественной мерой беспорядка в системе и определяется числом допустимых состояний системы.

## 4. Другие общесистемные закономерности:

– полисистемность;

– закономерность противодействия системы внешнему возмущению;

– закономерность «наиболее слабых мест»;

– закономерность «80/20» (принцип Парето) [3].

### **1.4. Закономерности жизненного цикла технических систем**

Жизненный цикл технической системы – это стадии процесса, охватывающие различные состояния системы, начиная с момента появления системы и заканчивая ее полным выводом из эксплуатации.

Под термином «жизненный цикл технической системы» обычно понимают эволюцию новой системы в виде ряда стадий, таких как:

– идея;

– разработка;

– производство;

- эксплуатация;
- ликвидация.

Рассмотрим закономерности развития жизненного цикла технических систем.

1. Историчность. При создании сложной технической системы уже в процессе ее проектирования и создания необходимо корректировать технические документы с учетом старения идеи, положенной в основу этой системы.

Любая система со временем претерпевает количественные и качественные изменения. Для этих изменений вводятся понятия «рост» и «развитие».

Рост – это увеличение в числе и размерах технической системы. Отрицательный рост – это сокращение, уменьшение.

Развитие – это изменения процессов в технической системе во времени, выраженные в количественных, качественных и структурных преобразованиях от низшего (простого) к высшему (сложному). Отрицательное развитие – это деградация.

2. Закономерность неравномерного развития. Чем сложнее система, тем более неравномерно развиваются ее составные части.

3. Закономерность увеличения степени идеальности. Развитие всех систем идет в направлении увеличения идеальности. Подразумевается, что идеальная система – это такая система, у которой вес, объем, ненадежность, потребление ресурсов стремятся к нулю, хотя при этом способность системы выполнять свои функции не уменьшается.

4. Закономерность внутрисистемной и межсистемной конвергенции – это схождение, сближение, взаимовлияние, взаимопроникновение между системами или между разными элементами внутри одной системы.

5. Эквивинальность – это способность системы достигать состояния, которое определяется исключительно ее параметрами. Эта закономерность характеризует предельные возможности системы [8].

## **Вопросы для обсуждения**

1. Дайте определение понятию «система»? Перечислите определения различных авторов, дайте им характеристику и определите разницу между

ними. Каким должно быть данное определение, на ваш взгляд? Какое из определений более полно соответствует данному понятию?

2. По каким признакам классифицируются системы? Перечислите их.

3. Какова характеристика каждой классификации систем? Какие примеры можно привести?

4. Каково определение технической системы? Какие ее особенности вы можете назвать?

5. Что представляет собой сложная система? Как отличаются данные виды систем? Какой пример сложной системы вы можете привести?

6. Какие закономерности взаимодействия части и целого в системе вы знаете? Как реализуются эти закономерности? Расскажите на примерах.

7. Что представляют собой закономерности иерархической упорядоченности систем? В чем их сущность? Какие примеры данных закономерностей вы бы привели?

8. Что такое «энтропия»? Какова сущность энтропийных закономерностей систем? Как они влияют на функционирование системы? Дайте пояснение их действия с помощью примеров.

9. Какие еще закономерности систем вы можете назвать? Дайте им характеристику с помощью примеров.

10. В чем заключается понятие жизненного цикла системы? Какие этапы жизненного цикла технических систем существуют? Какие закономерности жизненного цикла вы можете назвать? Дайте им характеристику с помощью примеров.

### **Темы докладов<sup>\*</sup>**

1. Направления применения технических систем в производственной сфере.

2. Закономерности, влияющие на технические системы.

3. Особенности системного подхода к техническим системам.

4. Принцип Парето и примеры его реализации для технических систем.

---

<sup>\*</sup> Доклад на выбранную тему должен сопровождаться презентацией, выполненной с помощью программного обеспечения Microsoft Office.

5. Классификации, применяемые для технических систем.
6. Большие и сложные системы и их классификации.
7. Направления анализа и синтеза в системном подходе.
8. Жизненный цикл технической системы и его этапы.
9. Закономерности жизненного цикла технических систем.

### **Индивидуальное задание**

Дайте описание характеристик выбранной вами технической системы. Классифицируйте ее по возможным признакам. Определите, какие закономерности и как на нее влияют?

## 2. КОНЦЕПЦИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 2.1. Описание жизненного цикла технических систем

Обобщенно любой технический объект проходит четыре основные стадии жизненного цикла:

- концептуального проектирования;
- технического проектирования;
- производства;
- эксплуатации.

Каждая обобщенная стадия жизненного цикла технических систем включает в себя отдельные этапы. На стадии технического проектирования сущность выполняемых работ определяется ГОСТом.

*Стадия концептуального проектирования* характеризуется выполнением следующих действий:

- определением принципиальной возможности создать конкретную систему;
- разработкой целей и критериев по ее применению и проектированию;
- определением внешнего облика системы;
- обоснованием основных технических характеристик;
- оценкой ресурсов, необходимых для дальнейших работ;
- формализацией и согласованием с исполнителем задания для технического проектирования системы.

*Стадия технического проектирования* характеризуется следующими этапами:

- техническое задание;
- техническое предложение;
- аванпроект;
- эскизный проект;

- технический проект;
- рабочий проект.

Этапы технического и рабочего проектирования можно объединить под общим названием – опытно-конструкторские работы, которые заканчиваются испытаниями образца технической системы.

По результатам испытаний принимается решение о проектировании системы и ее производстве.

*На стадии производства* осуществляются:

- технологическая подготовка производства;
- изготовление;
- сборка;
- настройка;
- заводские испытания;
- складирование.

*Стадия эксплуатации* характеризуется выполнением следующих работ:

- доставкой технической системы потребителю;
- вводом ее в эксплуатацию;
- эксплуатацией;
- модернизацией;
- снятием с эксплуатации.

В течение жизненного цикла практическое достижение целей создания технической системы сначала увеличивается, а затем уменьшается при прохождении периодов регресса и модернизации. В ходе модернизации какое-то время целесообразно использовать техническую систему, но далее она устаревает, затраты на модернизацию не дают эффективности, техническая система снимается с эксплуатации и утилизируется. Графически представление о жизненном цикле технической системы приведено на рис. 1.

В настоящее время в связи с ускорением научно-технического прогресса (НТП) изменяются подходы к жизненному циклу технических систем:

- системы непрерывно усложняются,
- возрастают технические требования к ним;
- уменьшается время их полезной жизни;

– увеличивается время их проектирования, которое стало соизмеримым со временем их полезной жизни.

По мере развития проекта по созданию технической системы:

- падает доля творческих операций;
- уменьшается риск отрицательных результатов при проектировании;
- растут число проектировщиков и стоимость проектирования [5].

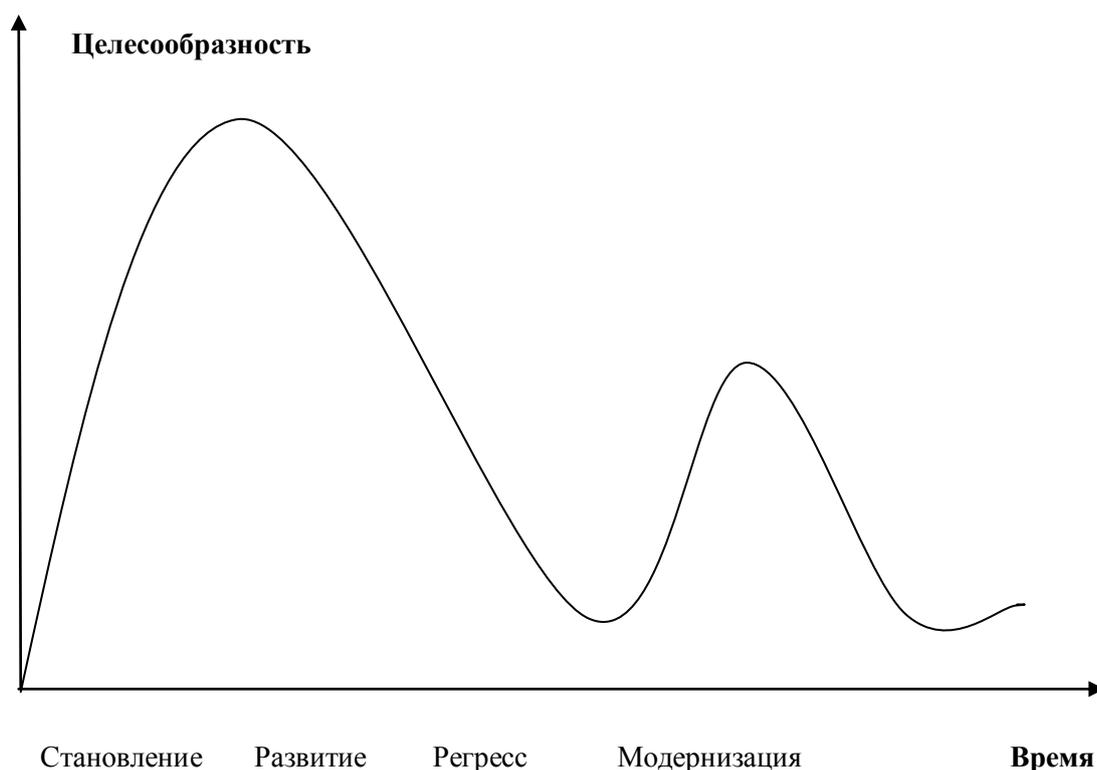


Рис. 1. Графическое представление жизненного цикла технической системы

## 2.2. Типы моделей жизненного цикла технических систем

Существует ряд типовых моделей жизненного цикла систем:

- модель стандарта ISO/IEC 15288;
- модель управления материально-техническим обеспечением Министерства обороны США (МО США);

– модель Национального общества профессиональных инженеров (NSPE).

*Типовая модель жизненного цикла по стандарту ISO/IEC 15288.* Международной организацией по стандартизации и Международной электротехнической комиссией в 2002 г. был выпущен результат многолетнего исследования, которым явился стандарт ISO/IEC 15288:2002 (русскоязычным аналогом является ГОСТ Р ИСО МЭК 15288–2005).

Данный стандарт определяет следующие стадии жизненного цикла:

- стадию замысла;
- стадию разработки;
- стадию производства;
- стадию применения;
- стадию поддержки применения;
- стадию прекращения применения и списания.

*Модель МО США.* В типовой модели жизненного цикла МО США определен ряд стадий, таких как:

- анализ;
- разработка технологии;
- инженерная и производственная разработка;
- производство и развертывание;
- функционирование и поддержка.

*Модель NSPE.* Национальное общество профессиональных инженеров (NSPE) разработало типовую модель жизненного цикла технической системы, адаптированную к развитию коммерческих систем и направленную на создание и совершенствование новых видов продукции, которые являются результатом технического прогресса.

По модели NSPE существует шесть стадий жизненного цикла технических систем:

- концепция;
- техническая реализация;
- разработка;
- коммерческая валидация и подготовка производства;

- полномасштабное производство;
- поддержка конечного продукта.

По модели жизненного цикла продукции согласно Рекомендациям «Система разработки и постановки продукции на производство. Термины и определения» (Р 50-605-80-93) для промышленной продукции гражданского назначения предложены следующие стадии:

- исследования и проектирования;
- изготовления;
- обращения и реализации;
- эксплуатации или потребления.

Для промышленной продукции военного назначения предлагаются для описания следующие стадии:

- исследования и обоснования разработки;
- разработки;
- производства;
- эксплуатации;
- капитального ремонта.

### 2.3. Моделирование жизненного цикла технических систем

Моделирование – это построение, совершенствование и применение моделей реально существующих или проектируемых объектов (процессов и явлений).

Для решения экспертных задач применяют описательные модели, для решения конструктивных задач – нормативные модели. Последовательность построения описательной модели приведена на рис. 2.



Рис. 2. Последовательность построения описательной модели

Нормативные модели предназначены для указания целей деятельности и определенного порядка (алгоритма) действий для их достижения.

Существуют различные классификации моделей.

По форме модели бывают:

- физические;
- словесные (вербальные);
- графические;
- знаковые.

Различают следующие виды моделирования:

- концептуальное моделирование;
- интуитивное моделирование;
- физическое моделирование;
- структурно-функциональное моделирование;
- математическое (логико-математическое) моделирование;
- имитационное (программное) моделирование [13].

## **2.4. Анализ иерархии в системе**

Метод анализа иерархий (МАИ) – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений по вопросам проектирования, производства, эксплуатации и утилизации технических систем.

МАИ – это один из методов системного анализа, который не предлагает одного «верного» решения, а позволяет выбрать такую альтернативу, которая как можно лучше согласуется с проблемой и предъявляемыми к решению требованиями.

Последовательность анализа при использовании МАИ характеризуется:

- построением качественной модели проблемы в виде иерархической структуры, которая включает формулирование цели, разработку альтернативных вариантов достижения цели и формирования критериев для оценки альтернатив;
- определением приоритетов каждого элемента иерархической структуры при использовании метода парных сравнений;

- синтезом глобальных приоритетов альтернатив с помощью линейной свертки приоритетов каждого элемента иерархии;
- проверкой суждений;
- принятием решения по полученным результатам [12].

## **2.5. Метод «дерево»**

В процессе системного анализа при проектировании технических систем используются следующие виды «деревьев»:

- а) «дерево целей» объекта, которое иначе можно назвать «деревом желаний»;
- б) «дерево проблем» объекта, по-другому называется диаграммой Исикавы;
- в) «дерево целей» субъекта;
- г) «дерево стратегий», или «дерево решений».

Последовательность этапов системного анализа сводится к следующему:

- построение «дерева целей» с позиции объекта;
- анализ возможностей удовлетворения потребностей объекта и выделение ключевой проблемы;
- декомпозиция ключевой проблемы в виде «дерева проблем»;
- построение «дерева целей» с позиции субъекта как позитивного отражения «дерева проблем»;
- построение «дерева стратегий», в котором «дерево целей» дополнено с помощью стратегий решения полученных проблем;
- формулирование задач (функций) и назначение их исполнителей [8].

## **2.6. Функционально-структурный подход**

Реализация функционально-структурного подхода базируется на построении «дерева функций» технической системы, которое является декомпозицией функций и лежит в основе ее формирования. На базе данного дерева выделяют «функциональные модули» технической системы, а в ее структуре этим модулям соответствуют конкретные «конструктивные модули».

Для расширенного применения «дерева функций» строится «дерево противоречий» технической системы, отражающее наличие противоречий отдельных уровней функционально-структурного строения системы. Концепция технической системы формируется в соответствии с «деревом функций» и «деревом противоречий» на основе функциональных модулей сложной системы. Конструктивные модули определяются и организуются на основе функциональных модулей системы и являются морфологической структурой системы. Связь между функциональными и конструктивными модулями проявляется как связь между функцией и структурой.

Функционально-структурный подход имеет алгоритм, который определяется рядом последовательных операций:

- анализом систем-прототипов;
- исследованием «дерева противоречий» системы;
- формированием концепций системы;
- формированием «дерева функций» системы;
- формированием функциональной структуры системы;
- формированием морфологической структуры системы на основе конструктивных модулей;
- оценкой показателей качества и выбором окончательного варианта системы [10].

## **2.7. Системный анализ как инструмент для прогнозирования жизненного цикла технических систем**

Анализом называется процесс разделения целой системы на части. Синтезом является процесс объединения целой системы из ее составных частей. Анализ и синтез неразрывно связаны между собой.

Использование системного анализа для прогнозирования жизненного цикла технических систем характеризуется рядом подходов к их проектированию, таких как:

- системно-элементный подход, помогающий ответить на вопрос, какие элементы составляют систему;
- системно-структурный подход, помогающий выявить компонентный состав системы и связи между ее компонентами;

- системно-функциональный подход, направленный на анализ системы с учетом ее поведения во внешней среде при достижении целей;
- системно-генетический подход, направленный на исследование развития системы во времени;
- системно-коммуникативный подход, направленный на изучение системы с учетом ее отношения с другими, внешними по отношению к ней системами;
- системно-управленческий подход, направленный на исследование системы в аспекте обеспечения достижения целей ее функционирования в условиях внутренней и внешней среды;
- системно-информационный подход, направленный на исследование системы при передаче, получении, хранении и обработке данных внутри системы и во внешней среде [10].

### **Вопросы для обсуждения**

1. Перечислите стадии жизненного цикла технических систем. Назовите примеры различных технических систем. На какой стадии жизненного цикла находится техническая система в приведенном вами примере?
2. С каких действий начинается и заканчивается каждая стадия жизненного цикла технических систем?
3. Чем характеризуется стадия концептуального проектирования технических систем? Охарактеризуйте работы, выполняемые на данной стадии.
4. Чем характеризуется стадия технического проектирования? Перечислите этапы данной стадии.
5. Как протекает стадия производства? Какие работы осуществляются на данной стадии?
6. Какова сущность стадии эксплуатации технических систем? Какую характеристику можно дать данной стадии? Какие примеры технических систем, находящихся на данной стадии, вы бы привели?
7. В чем сущность процесса проектирования технических систем? Как можно охарактеризовать каждый из этапов проектирования?

8. Как зависят друг от друга время полезной жизни технических систем и время их проектирования? Приведите аргументы, подтверждающие данную зависимость.

9. Какие модели жизненного цикла технических систем вам известны? При каких условиях они применяются?

10. Какова сущность метода анализа иерархий? В чем состоят отличительные черты его использования?

11. Какова сущность метода «дерево»? Какие задачи решаются с помощью данного метода?

12. Какие существуют подходы к анализу и проектированию технических систем? Как их можно охарактеризовать?

### **Темы докладов<sup>\*</sup>**

1. Этапы жизненного цикла технических систем и их основная характеристика.

2. Требования, условия, цели, задачи технического задания, советы по его разработке.

3. Особенности концептуального проектирования технических систем.

4. Модели жизненного цикла технических систем и область их использования.

5. Сущность метода «дерево» и его использование в процессе проектирования технических систем.

6. Сущность функционально-структурного подхода при проектировании технических систем.

7. Направления применения системного анализа в процессе жизненного цикла технической системы.

8. Существующие подходы к анализу и проектированию технических систем и их характеристика.

9. Этапы процесса моделирования жизненного цикла технических систем и их особенности.

---

<sup>\*</sup> Доклад на выбранную тему должен сопровождаться презентацией, выполненной с помощью программного обеспечения Microsoft Office.

## **Индивидуальное задание**

Опишите известную вам техническую систему. Описание должно включать конструктивные и функциональные возможности технической системы. Перечислите стадии жизненного цикла, которые она уже прошла, и те, которые ей предстоит пройти.

## **Практическое задание**

1. На основании результатов индивидуального задания изобразите стадии жизненного цикла выбранной вами технической системы в координатах «время – стадия».

2. Выберите модель жизненного цикла технической системы. Определите стадию жизненного цикла, используя данную модель. Обоснуйте ответ.

3. Рассмотрите возможности моделирования жизненного цикла на каждой из его стадий для аналогичных технических систем.

4. Выделите функциональные модули технической системы и опишите их предназначение. Для решения используйте «дерево функций».

5. Изобразите «дерево целей» данной технической системы и рассмотрите ее конструктивные возможности с точки зрения реализации целей.

### *Методические рекомендации*

В процессе выполнения практического задания необходимо изучить теоретический материал по теме. Используя основную и дополнительную литературу, следует составить ответ на каждый пункт задания. Ответы должны быть аргументированными.

### **3. СТРУКТУРА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

#### **3.1. Общие вопросы проектирования технических систем**

Жизненный цикл любой технической системы можно представить в виде следующих стадий (рис. 3).

I и II стадии в совокупности представляют собой выполнение научно-исследовательских работ (НИР), а стадии II и III – опытно-конструкторских работ (ОКР). Таким образом, на стадиях I–III осуществляется весь цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).

На стадии I:

- определяют цели технической системы;
- конкретизируют задачи, для решения которых создается система;
- исследуют свойства внешней среды;
- определяют влияние воздействия внешней среды на создаваемую систему.

Результат внешнего проектирования представляется в виде технического задания (ТЗ) на разработку проекта системы, которое содержит основные требования к проектируемой системе и ее взаимодействию с внешней средой, обеспечивающие решение стоящих перед системой задач.

Проектирование представляет собой процесс создания проекта прототипа новой технической системы, удовлетворяющей предъявляемым к ней требованиям.

Задачи, стоящие перед проектированием, могут быть решены при разработке новой системы, а также в процессе модернизации и реконструкции системы.

Модернизация – это обновление технической системы согласно новым требованиям с помощью замены или добавления нового оборудования или его частей, которое расширяет его функциональные возможности и улучшает показатели эффективности.

Реконструкция – это коренное преобразование технической системы для цели усовершенствования, которое направлено на улучшение качества ее функционирования.

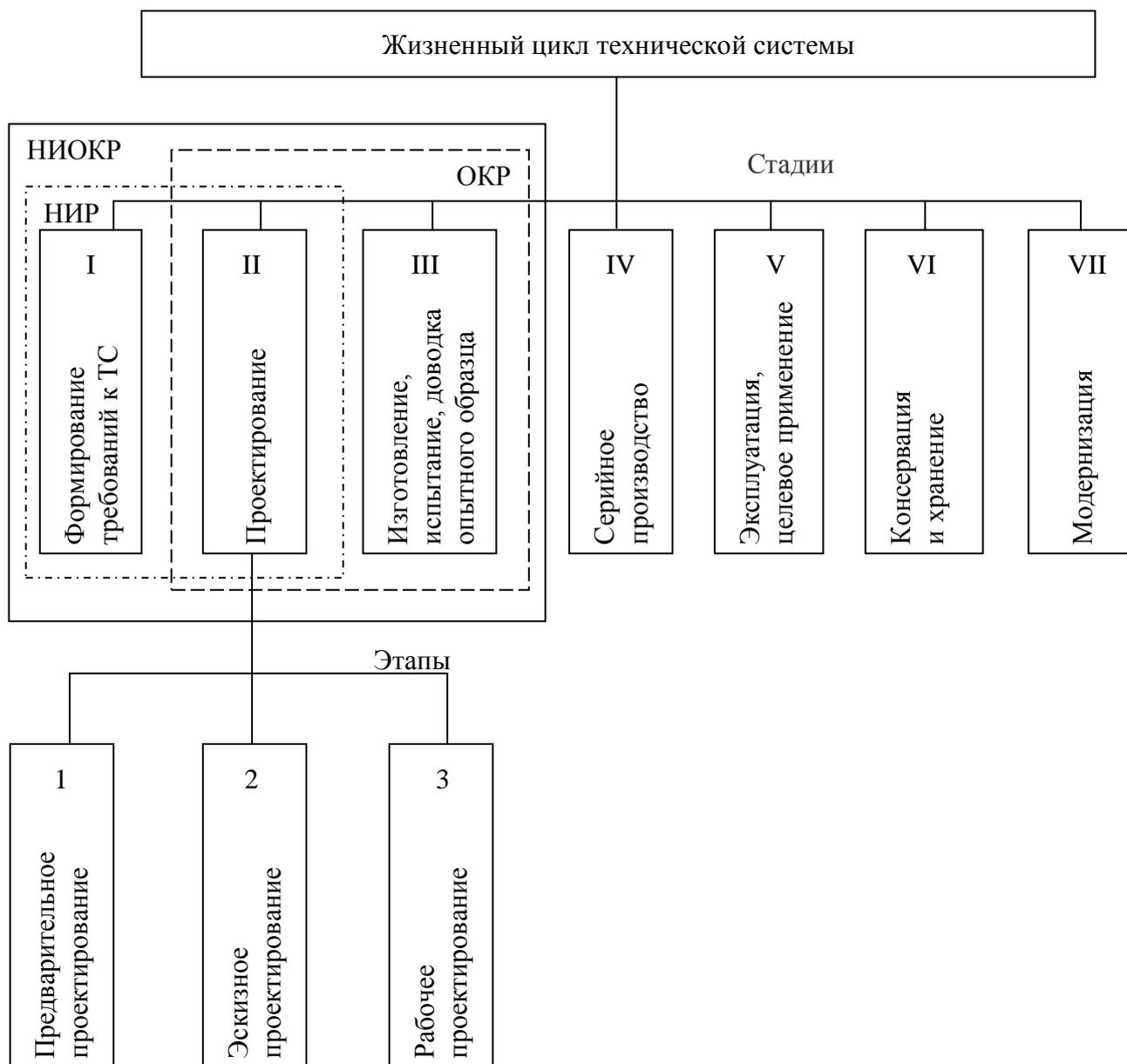


Рис. 3. Стадии и этапы жизненного цикла технической системы

Можно выделить следующие виды проектирования:

- инженерное проектирование – это проектирование инженерных систем (электросетей, газопроводов и т. п.);
- промышленное проектирование – это проектирование промышленных объектов;

– техническое проектирование – это создание новых технических систем и устройств;

– проектирование программных средств и информационных систем.

Проект технической системы – это комплект технической (проектной) документации, предназначенной для создания новой системы, ее эксплуатации, ремонта и утилизации.

Процесс проектирования (может включать в себя также и конструирование) – это процесс создания материального образа разрабатываемой системы в виде макета, который часто называют прототипом, или графических изображений (чертежей, компьютерных моделей и др.). Прототипом принято называть прообраз, образец, оригинал объекта проектирования.

Проектная документация и ее состав регламентируются стандартами:

– Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

– Единой системы программной документации (ЕСПД).

В комплект проектной документации и материалов, которые содержат результаты проектирования, включают:

– проектное задание или эскизный проект,

– технический проект,

– рабочий проект.

На стадии II, которая является стадией внутреннего проектирования, или микропроектирования, определяются внутренняя структура системы, технические решения ее подсистем и элементов и их конструкция, параметры, режимы эксплуатации и др. Целью внутреннего проектирования является разработка всей необходимой проектно-конструкторской документации, которая составляет рабочий проект системы, удовлетворяющий требованиям ТЗ, т. е. требованиям внешнего проектирования.

Этап предварительного проектирования служит для формирования технической концепции и основных (обликовых) параметров системы, которые обеспечивают выполнение требований ТЗ. Предварительное проектирование является этапом формирования облика. Происходит согласование требований внешнего проектирования и возможностей внутреннего проектирования. Итогом данного этапа является техническое предложение на разработку проекта системы.

Основной задачей эскизного проектирования является уточнение параметров и характеристик системы, связанное с ее основными подсистемами и агрегатами. Результатом выполнения данного этапа является эскизный проект.

Этап рабочего проектирования служит для окончательной детализации проекта. Итогом является рабочий проект, который содержит комплект конструкторской документации, инструкции по производству элементов и агрегатов системы, их эксплуатации и др.

В процессе проектирования выделяют две части:

- макропроектирование, к которому относится внешнее проектирование системы;
- микропроектирование, которое по сути является внутренним проектированием системы.

Проектирование сложных технических систем, информационных систем и систем управления относят к специальной инженерной области – системотехнике [4].

## **3.2. Проектирование**

### **3.2.1. Макропроектирование (внешнее проектирование)**

Формулировка проблемы проектирования технической системы должна содержать три основных направления:

- определение целей создания технической системы и круга решаемых ею задач;
- перечень и характеристику действующих на нее факторов;
- выбор показателя эффективности технической системы.

Техническое задание составляет разработчик (проектировщик) по исходным данным, которые предоставляет заказчик. В ТЗ включают основные технические требования к создаваемой системе. ТЗ служит основанием для проектирования.

Техническое задание содержит:

- назначение системы;
- область применения проектируемой системы;

– технические требования к технико-экономическим показателям разрабатываемой системы, которые формулируются в виде ограничений, налагаемых на показатели эффективности;

– условия эксплуатации;

– сроки и стоимость разработки;

– возможные особые условия производства и эксплуатации;

– другие дополнительные сведения, которые оказывают влияние на результаты проектирования системы.

Важными составляющими технических требований является перечень показателей (свойств), характеризующих технический уровень проектируемой системы, а также требования к ним, предъявляемые в виде ограничений, которые можно выразить в численных значениях. К таким показателям относятся надежность, эргономические и эстетические свойства, свойства транспортабельности и безопасности, экономические и производственные свойства, а также свойства, ограничивающие производство и рынок.

Надежностью считают обобщенное (сложное) свойство. Оно характеризуется безотказностью, долговечностью, сохраняемостью и ремонтнопригодностью.

Эргономические свойства характеризуют систему «человек – продукция» и позволяют учесть комплексы гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, проявляющихся при взаимодействии с техническими системами.

Эстетические свойства характеризуются информационной выразительностью, рациональностью формы, целостностью композиции и совершенством производственного исполнения технических систем.

Свойства транспортабельности характеризуют приспособленность продукции к транспортированию, которое не сопровождается ее использованием или потреблением.

Свойства безопасности характеризуют уровень вредных воздействий на пользователя, которые возникают при эксплуатации продукции, а также безопасность для обслуживающего персонала.

Экономические свойства характеризуют затраты на приобретение, использование по служебному назначению за весь прогнозируемый срок ис-

пользования технической системы, а также затраты на утилизацию изношенных систем.

Производственные свойства оказывают большое влияние на производственные затраты и время поставки систем заказчику. Они не входят в состав потребительских свойств технических систем, скрыты в затратах на производство продукции и представляют интерес только для производителя.

К производственным свойствам относятся следующие:

– интегральные свойства технологичности: продолжительность цикла производства; производственные затраты на единицу продукции; трудоемкость;

– частные свойства технологичности: взаимозаменяемость; национальная и международная стандартизация; унификация и повторяемость элементов конструкции.

Интегральные свойства технологичности продукции характеризуются оптимальным распределением затрат материалов, средств труда и времени при технологической подготовке производства, изготовлением и производственными испытаниями продукции.

Частные свойства технологичности характеризуются уровнем сборочной и функциональной взаимозаменяемости, унификацией с другими системами, а также насыщенностью продукции стандартными, унифицированными и оригинальными частями.

Свойства, ограничивающие производство и рынок, включают в себя патентно-правовые, экологические и свойства, обусловленные национальной и международной стандартизацией. Национальная и международная системы стандартизации характеризуют эффективность производства и определяют возможности расширения рынка сбыта произведенных систем.

Переход технической системы из работоспособного в неисправное состояние называется отказом. Отказ может возникнуть в результате следующих причин:

- ошибок конструирования;
- технологических дефектов;
- повреждений, приобретенных в процессе эксплуатации;
- неблагоприятного сочетания случайных внешних воздействий.

Время непрерывной работы системы называют наработкой, время наступления отказа – наработкой на отказ. От качества ТЗ существенно зависят результаты проектирования и возникновение отказов технических систем, поэтому данный этап служит базой качества систем [13].

### **3.2.2. Внутреннее проектирование (микропроектирование)**

Как было отмечено, предварительное проектирование проводится в рамках научно-исследовательской работы, остальные этапы относятся к опытно-конструкторской разработке.

Результаты предварительного проектирования оформляются в виде технических предложений (аванпроекта), представляющих собой технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки системы, удовлетворяющей требованиям ТЗ, а также выявление возможных вариантов реализации системы и их сравнительный анализ. Технические предложения формируются по результатам выполнения НИР в виде научно-технического отчета, содержащего выводы о новых принципах построения системы, научно обоснованный подход к реализации этих принципов, анализ проведенных экспериментов, а также математически обоснованные варианты построения системы. Результаты НИР могут оказаться отрицательными и свидетельствовать о невозможности реализовать систему, удовлетворяющую заданным в ТЗ требованиям.

На этом этапе выполняются:

- обзор и сравнительный анализ существующих вариантов построения системы с целью определения достоинств и недостатков каждого из них;
- выбор возможных вариантов структурно-функциональной организации разрабатываемой системы или синтез оптимального варианта на основе сформулированного критерия эффективности и результатов математического моделирования;
- в случае нескольких вариантов построения системы – их сравнительный анализ и выбор из них наилучшего варианта на основе сравнения основных характеристик этих вариантов или выбранного критерия эффективности;

– в случае синтеза оптимального варианта на основе математического моделирования – выбор метода проектирования, включая разработку математической модели и формулирование задачи оптимизации.

На этапе эскизного проектирования выбирается окончательный вариант разрабатываемой системы, оформляемый в виде эскизного проекта, в который входят:

– пояснительная записка, включающая, в частности, описание методов исследований, результаты математического (если необходимо, то и физического) моделирования и выполненных расчетов;

– эскизная техническая документация на спроектированную систему;

– заключение о соответствии спроектированной системы техническому заданию.

Эскизный проект в виде совокупности документов дает представление об устройстве и принципе функционирования системы, а также о соответствии назначению и основным требованиям, предъявляемым к разрабатываемой системе.

Эскизная документация предназначена для изготовления лабораторных и экспериментальных образцов системы или ее отдельных частей, требующих экспериментального исследования. На этапе эскизного проектирования для таких испытаний может оказаться необходимым создание специальных испытательных стендов.

Эскизный проект направляется заказчику для ознакомления и выдачи замечаний, после устранения которых он защищается разработчиком перед заказчиком и утверждается им или возвращается на доработку. При утверждении эскизного проекта в случае необходимости на основании содержащихся в нем результатов может быть скорректировано техническое задание.

Процесс проектирования технических систем является итеративным, с многократным повторением этапов с целью уточнения структурно-функциональных параметров и улучшения проекта.

Проектирование новой технической системы – это противоречивая задача: с одной стороны, следует использовать все последние достижения науки и техники в данной области, а с другой – обычно имеются многочисленные ограничения, указанные в техническом задании (стоимость, сроки проектирования и т. п.).

Во многих случаях проектирование новых технических систем предполагает разработку новых технических идей и инженерных решений для построения эффективной системы, удовлетворяющей заданным требованиям. Поставленная цель может быть достигнута путем решения следующих задач:

- определение, к какому классу относится проектируемая система, и построение обобщенной модели систем такого класса;
- сравнительный анализ свойств разных систем такого класса и выявление их достоинств и недостатков;
- разработка новых вариантов построения системы;
- сравнительный анализ новых вариантов и обоснование эффективности выбранного варианта построения проектируемой системы.

Процесс проектирования новой технической системы и решение сформулированных выше задач могут быть реализованы одним из следующих способов:

- разработка технической системы с требуемыми новыми свойствами на основе комбинаций известных решений;
- поиск нужных идей на основе ассоциаций в окружающем мире, т. е. использование решений, существующих в других сферах;
- создание на основе воображения и собственной фантазии идеализированных образцов разрабатываемых систем и поиск путей их реализации.

Перечисленные задачи и способы их реализации в процессе проектирования новых технических систем тесно связаны с творческим процессом – изобретательством.

Изобретения могут иметь различную степень новизны – от усовершенствования известного прототипа до новой идеи и открытия.

На заключительном этапе проектирования систем разрабатывается рабочий проект – комплект конструкторских документов, предназначенных для изготовления и испытания опытного образца (макета) проектируемой системы.

В состав проектной документации в общем случае входят:

- конструкторская документация;
- программная документация;

- технологическая документация;
- эксплуатационная документация.

Конкретный состав проектной документации зависит от разрабатываемой системы и цели проектирования.

Конструкторская документация содержит:

- различные схемы разрабатываемой системы: структурные, функциональные, электрические и т. д.;
- чертежи: общего вида, отдельных узлов и деталей;
- текстовые документы: технические условия (ТУ) на систему, техническое описание системы и отдельных ее частей (подсистем).

В программную документацию в соответствии с ЕСПД входят:

- текст и описание программ;
- описание применения;
- руководство оператора;
- руководство системного программиста и т. д.

Технологическая документация включает:

- технологические инструкции;
- технологические (маршрутные) карты;
- чертежи на техническую оснастку и приспособления.

В эксплуатационную документацию входят:

- руководство по эксплуатации (РЭ), содержащее описание изделия, рекомендации по его использованию, техническому обслуживанию, текущему ремонту, правила хранения и транспортировки и т. п.;
- инструкция по монтажу, пуску и т. п.;
- ведомость ЗИП (запасных частей, инструмента и приспособлений).

На этапе технического проектирования осуществляются изготовление и испытания опытных, а затем и серийных образцов изделия с последующей корректировкой документации по результатам этих испытаний.

Автоматизация проектирования состоит в применении ЭВМ и специальных программных средств для проектирования систем. Автоматизированное проектирование позволяет исключить субъективизм при принятии решений, повысить точность расчетов, предоставить возможность выбора наилучшего, а в некоторых случаях оптимального варианта для реализа-

ции на основе строгого математического анализа нескольких вариантов проекта с оценкой технических, технологических и экономических характеристик системы, значительно повысить качество проектной документации, существенно сократить сроки проектирования.

Методы и средства автоматизации проектирования различны и зависят от характера и назначения проектируемой системы. При этом наибольший эффект достигается при автоматизации проектирования больших и сложных технических систем, характеризующихся наличием большого количества разнородных элементов и многочисленными сложными связями между ними [9].

### **3.3. Стадия испытаний**

Испытания созданных моделей, макетов, экспериментальных и опытных образцов необходимы для подтверждения результатов при разработке новых технических решений. При этом обязательной является комплексная оценка потребительских свойств опытных образцов (опытных партий) и диагностика соответствия их тем требованиям, которые обеспечивают безопасность жизни и здоровья людей и охрану окружающей среды. Опытные образцы должны проходить приемочные испытания, которые являются обязательными. Исключение составляют случаи, когда потребительские свойства технических систем могут полностью оцениваться расчетным или экспертным методами.

В процессе испытания образцов должно устанавливаться их соответствие необходимым требованиям «Технических регламентов и стандартов». Данные испытания проводятся аккредитованными независимыми испытательными лабораториями (центрами). Приемочная комиссия, организованная разработчиком или изготовителем, производит оценку опытных образцов, учитывая результаты испытаний и технические документы. Функции приемочной комиссии могут выполняться постоянно действующим техническим советом или комиссией, созданной разработчиком, изготовителем или сторонней организацией.

Состав приемочной комиссии и ее председатель определяются заказчиком. По результатам анализа всех представленных материалов комис-

сия должна составить акт, который содержит рекомендации по производству технических систем, и утвердить образец-эталон. Решение о производстве продукции принимает изготовитель, если получены положительные результаты приемочных испытаний, имеется положительное заключение органов надзора за безопасностью и охраной здоровья, а также при наличии документа, подтверждающего качество технической системы и образца-эталона, который был утвержден.

Технические условия производства и технологические инструкции утверждаются руководителем предприятия [14].

Эксплуатационные испытания представляют собой рыночную апробацию, демонстрирующую работоспособность новой технической системы. В результате данного этапа определяют дальнейшие направления доработки или переработки технических систем, уточняют требования к их эксплуатации.

### **3.4. Серийное производство**

Стадия изготовления продукции состоит из трех этапов: постановка на производство, установившееся производство, снятие с производства.

Первый этап – постановка на производство – должен включать техническую подготовку производства и освоение производства готовых технических систем. Постановкой на производство предусматриваются мероприятия по подготовке технологического процесса изготовления технических систем. Для освоения производства осуществляются отработка и проверка готового технологического процесса и овладения практическими действиями производства систем с устойчивыми техническими показателями и заданного объема.

При подтверждении готовности производства к серийному (массовому) выпуску продукции производители проводят ряд квалификационных испытаний образцов установочной серии, которой является первая промышленная партия. Испытаниями должно подтверждаться то, что полученные отклонения основных характеристик продукции, связанных с технологией производства, не превышают допустимых пределов, а выявленные недостатки производящихся систем устранены. Если результаты квалифи-

кационных испытаний носят положительный характер, то освоение производства считается законченным, а изготовленная продукция может быть поставлена потребителю.

Усовершенствованным производством называется производство технических систем по полностью готовой конструкторской и технологической документации.

Стадия производства характеризуется следующими процессами: технологической подготовкой производства; изготовлением, сборкой, настройкой; заводскими испытаниями; складированием готовой продукции.

Системой подготовки производства является объективно существующая совокупность материальных объектов, коллективов людей и комплекс процессов научного, технического, производственного и экономического характера, необходимых при разработке и организации выпуска новых или усовершенствованных систем.

На этапе первичного освоения и подготовки производства описываются возможные методы производства с указанием материалов и технологических процессов, условий эксплуатационной и экологической безопасности. В течение этого периода технические системы должны быть подготовлены к выходу на рынок. Результатом данного этапа является созданный опытный образец, который представляет собой полномасштабную действующую модель, сконструированную и созданную для установления требований к производству новых систем. Опытный образец должен соответствовать всем стандартам промышленного дизайна конечного продукта массового производства.

Запуск и управление освоенным производством реализуется в полномасштабном производстве, к которому относятся период освоения новых технических систем в промышленном производстве и оптимизация производственного процесса в соответствии с требованиями рынка [4].

### **3.5. Эксплуатация**

На стадии использования (эксплуатации) реализуются требования к ресурсосбережению, которые заложены в ТЗ по разработке продукции и обеспечивают максимальный эффект от применения (эксплуатации) технических систем.

Оценка воплощения данных требований осуществляется по показателям надежности и обеспечения правил использования (эксплуатации) технических систем, а также технического обслуживания и ремонта.

Основными результатами работы на стадии использования (эксплуатации) становятся суммирование опыта выполнения требований ресурсосбережения и применение данного опыта для создания новой аналогичной технической системы, а также мероприятия по утилизации или проведению модернизации [14].

### **3.6. Консервация**

Руководители организации в определенных ситуациях принимают решение о переводе объектов технических систем на консервацию. Причинами этого могут быть сокращение объемов производства, остановка деятельности производственного подразделения, изменение профиля производства, отсутствие заказов, сырья и другие причины. При консервации сохраняются все имеющиеся характеристики объектов, которые необходимы при эксплуатации в последующем. При консервации эти объекты используют в дальнейшем, для чего реализуют дополнительные мероприятия по поддержанию их в исправности, ограничивают доступность чужих лиц к объектам или помещают объекты в специальные помещения для хранения.

Чаще всего на консервацию определяются объекты, находящиеся в конкретной технологической совокупности. Для подтверждения перевода объекта на консервацию составляется акт о консервации. Для этого первичного документа нет унифицированной формы. Соответственно, руководители организации должны самостоятельно разрабатывать эту форму и утверждать ее в своей учетной политике. До издания приказа по переводу объектов на консервацию руководитель предприятия обязан создать комиссию, в которую входят представители администрации и технических служб, руководитель подразделения, представители бухгалтерии и экономических подразделений. Основанием для создания данной комиссии является заявка инициатора перевода на консервацию. Эта комиссия занимается освидетельствованием объектов, которые подлежат консервации, оформлением документов для консервации, оценкой экономической

эффективности консервации, составлением сметы затрат на содержание законсервированных объектов, оценкой технического состояния этих объектов для их последующей работоспособности, созданием инвентаризационной комиссии для дальнейшей инвентаризации законсервированных объектов.

Заявка о переводе объекта на консервацию должна составляться инициатором перевода на консервацию [14].

### **3.7. Модернизация**

На стадии модернизации происходят процессы, направленные на своевременную замену составных элементов технических систем на новые, которые соответствуют современной технике. Технические системы должны удовлетворять требованиям ресурсосбережения и обеспечения продления срока службы, а также долговечности путем усовершенствования их характеристик.

Основной результат работы на стадии модернизации состоит в оценке достигнутых показателей по соответствию их новым установленным требованиям. В процессе приемки работ на данной стадии результаты отражаются в акте о приемке работы.

Различают частичную и полную (развитие) модернизацию. Частичная модернизация технической системы – это изменение ее параметров и (или) структуры для улучшения одного или нескольких свойств.

Полная (существенная модернизация, развитие) – состоит в изменении параметров и структуры технической системы с целью существенного улучшения основных ее свойств для решения прежних или новых задач.

В случае полного износа технических систем необходимо их утилизировать.

Утилизация объекта после его использования является финишной стадией жизненного цикла технической системы.

В процессе эксплуатации происходят старение технической системы и ликвидация устаревшего производства. Этот процесс осуществляют, когда возникает физический и (или) моральный износ техники, который вызван быстрыми темпами разработок новых высокоэффективных образцов [14].

## Вопросы для обсуждения

1. Что означает описание технической системы во времени и в пространстве? Обоснуйте ответ.
2. Что происходит на этапе макропроектирования (внешнего проектирования)?
3. Дайте определение терминам: проектирование, модернизация, реконструкция, проектная документация, проект технической системы, прототип.
4. Что включает в себя состав проектной документации? Какими стандартами он регламентирован?
5. Перечислите этапы проектирования технических систем.
6. Что включает в себя микропроектирование (внутреннее проектирование)?
7. Что такое НИОКР? Какие виды НИР различают?
8. С проведения каких работ необходимо начинать макропроектирование?
9. Что содержит рабочий проект технической системы?
10. Назовите основные разделы, которые содержит техническое задание. Дайте им краткую характеристику.
11. Какие требования, предъявляемые к технической системе, и ее свойства должно содержать техническое задание? Дайте определение этим свойствам.
12. Какие параметры технической системы формируются на этапе предварительного проектирования? Что является результатом выполнения данного этапа?
13. Какие работы выполняются на этапе предварительного проектирования? Опишите этот этап.
14. Какова основная задача эскизного проектирования?
15. Что включает в себя эскизный проект технической системы? Каков результат эскизного проектирования?
16. Опишите процесс проектирования технических систем. Какие задачи решает техническое проектирование?
17. Что такое рабочий проект и какую документацию он содержит?

18. В чем суть автоматизации проектирования?
19. Опишите стадию испытаний. Кто проводит испытания? Расскажите о результатах испытаний и работе приемочной комиссии.
20. В чем суть стадии серийного производства? Дайте подробную характеристику данной стадии.
21. Что такое консервация, когда она осуществляется и как?
22. В чем суть стадии модернизации? Что такое частичная и существенная модернизация?
23. В чем заключается стадия ликвидации (утилизации) технической системы?
24. Какие проблемы возникают в процессе утилизации технических систем? Как можно решить эти проблемы?

### **Темы докладов \***

1. ГОСТы на техническое задание. Требования к содержанию ТЗ.
2. Виды НИР, выполняющие их организации и источники финансирования.
3. Конструкторская подготовка производства и регламентирующие ее документы.
4. Технологическая подготовка производства и ее регулирование.
5. Стадия испытаний и производство опытных образцов и партий.
6. Процесс внедрения технических систем в производство.
7. Особенности стадии серийного производства.
8. Эксплуатация и модернизация технических систем.
9. Консервация и утилизация технических систем.

### **Индивидуальное задание**

Изучите информацию о новых технических системах и их возможностях. Выберите одну из них, опишите ее возможные технические и эксплуатационные характеристики.

---

\* Доклад на выбранную тему должен сопровождаться презентацией, выполненной с помощью программного обеспечения Microsoft Office.

## Практическое задание

1. Изучите инструкцию по оформлению проекта технического задания на НИР.
2. Обсудите полученные результаты по разработке ТЗ в группе.

### *Методические рекомендации*

Группа делится на малые подгруппы по 3–4 человека. Согласно содержанию ТЗ малая подгруппа должна разработать проект технического задания на НИР по разработке выбранной новой технической системы.

Для разработки ТЗ необходимо учитывать рекомендации по его построению и содержанию разделов. Структура ТЗ определяется разработчиком, но рекомендуется в ТЗ на НИР включать следующие разделы:

- 1) основание, исполнитель и сроки выполнения НИР;
- 2) цели выполнения НИР;
- 3) требования к составу научно-технических результатов НИР;
- 4) требования к составу и содержанию работ;
- 5) технические требования:
  - к назначению научно-технических результатов;
  - показателям назначения, техническим характеристикам научно-технических результатов НИР;
  - объектам экспериментальных исследований;
- 6) требования к документации;
- 7) требования к патентным исследованиям и регистрации результатов интеллектуальной деятельности;
- 8) технико-экономические требования;
- 9) требования к этапам и срокам выполнения работ;
- 10) требования к порядку проведения и приемке работ.

## **4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА К ВЫПУСКУ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **4.1. Сущность и задачи подготовки производства**

Процесс прямого применения труда работников предприятия с целью разработки и организации выпуска новых технических систем или модернизации уже производимых систем называется подготовкой производства. Процесс подготовки производства предполагает особенный вид работы, который позволяет совместить разработку научно-технической информации с ее перевоплощением в материальный объект – новую техническую систему.

Процесс подготовки производства классифицируется по виду и характеру работ. Выделяют исследовательские, конструкторские, технологические, производственные и экономические процессы. Основой разделения этих процессов является вид трудовой деятельности.

Основными работами для подготовительной стадии служат процессы научных исследований, технических и организационных разработок и другие работы инженерного характера. К таким работам относятся проведение исследований, инженерные и экономические расчеты, проектирование технических систем, технологий и методов организации производства.

Этапы создания и испытания макетов, опытных образцов и серий технических систем считаются базовыми процессами подготовки производства. Это экспериментальные производственные процессы.

По классификации процессы подготовки производства относительно расположения во времени и пространстве подразделяются на операции, работы, стадии, фазы.

Операцией называется первичное звено процесса создания новых технических систем. Операцию выполняет на одном рабочем месте один работник, она включает в себя ряд последовательных действий. Операции объединяют в работы [6].

Работа является совокупностью операций, которые выполняются последовательно и характеризуют логическую завершенность действий частичного выполнения процесса.

Стадия является совокупностью ряда выполненных работ, которые связаны единым содержанием и методами выполнения. Она обеспечивает конкретную задачу подготовки производства.

Фазой называется комплекс стадий и работ, который является законченной частью процесса подготовки производства. С фазой связан переход объекта работы в обновленное качественное состояние.

По классификации процессов подготовки производства относительно объекта управления выделяют процесс подготовки производства и процесс управления подготовкой производства.

Производство новых технических систем в промышленности выполняется последовательно по фазам процесса подготовки производства. Это фазы:

- теоретических исследований, которые бывают фундаментального и поискового характера;
- прикладных исследований, в которых теоретические результаты применяются практически;
- опытно-конструкторских работ, которые позволяют воплотить результаты исследований в чертежах и образцах новых технических систем;
- технологического проектирования и проектно-организационных работ, когда проектируются технология изготовления и организация производства новых технических систем;
- технического оснащения нового производства путем приобретения и изготовления оборудования, технологической оснастки и инструмента, а также реконструкции предприятия или его подразделений в зависимости от необходимости;
- освоения производства новых технических систем, когда их конструкция и технологии проверяют и внедряют в производство;
- промышленного производства, которое обеспечивает выпуск новых технических систем необходимого качества и количества для потребностей общества;

- использования созданных технических систем при эксплуатации потребителем;
- разработки и освоения выпуска новых видов технических систем в свете последних достижений науки и техники, которые соответствуют всем требованиям потребителей и являются конкурентоспособными;
- обеспечения необходимых условий для повышения производительности труда предприятия;
- создания новых технических систем, имеющих хорошее качество и минимальные затраты на производство;
- сокращения продолжительности конструкторских, технологических, организационных и других видов работ, которые входят в комплекс подготовки производства новых технических систем в короткие сроки;
- экономии затрат на подготовку производства и освоение новых технических систем [14].

## **4.2. Организация подготовки производства во времени**

Время на подготовку производства определяется продолжительностью функционирования капитала проектирующих и производственных предприятий на подготовительном этапе производственного процесса. Это время формируется из рабочего времени и перерывов.

Рабочим временем называется период, необходимый при создании новых видов технических систем, в течение которого осуществляются рабочие процессы. Эти процессы состоят из научных исследований, инженерных разработок, освоения новых систем в производстве и эксплуатации.

Время перерывов характеризуется календарным периодом времени, в течение которого объекты не подвергаются рабочим операциям. Оно может характеризоваться совокупностью перерывов, связанных с режимом труда персонала, перерывов между работами, а также перерывами, обусловленными конструктивно-технологическими особенностями технических систем и недостатками организации труда на предприятии.

Время подготовки производства определяют в календарных днях или часах. Время подготовки производства и перерывов рассчитывается в календарном времени, рабочий период определяется рабочим временем, ко-

торое является трудовыми затратами. Время подготовки производства, рассчитанное в календарном времени, называется циклом подготовки производства, а в рабочем времени считается трудоемкость работ.

Цикл подготовки производства технических систем определяется календарным периодом времени, на протяжении которого осуществляется полная совокупность мероприятий по разработке и освоению выпуска новых видов технических систем. Он определяется продолжительностью всех этапов работы и временем перерывов между ними.

Различают следующие методы организации процессов подготовки производства во времени: последовательное выполнение операций, работ и фаз без перерывов между ними; последовательное выполнение и наличие перерывов между операциями, работами или фазами; организация параллельно совмещенного выполнения операций, работ и фаз подготовки производства. В связи с выбранным методом организации подготовки производства на нее будет затрачено различное время.

Уменьшение времени подготовки производства в современной экономике является одной из основных задач организационной деятельности в процессе создания новых видов технических систем. Решая эту задачу, можно ускорить научно-технический прогресс во всех отраслях страны.

Основные направления этой работы определяются: а) сокращением времени рабочего периода в результате осуществления мероприятий для сокращения трудовых затрат времени; б) сокращением времени перерывов при подготовке производства; в) внедрением параллельно-совмещенного метода организации работ.

Экономическое значение фактора времени в процессе создания новой техники заключается в следующем:

- удлинение срока подготовки производства и освоения выпуска новых технических систем может отрицательно влиять на темпы научно-технического прогресса и эффективность производства;

- длительный срок освоения выпуска новых эффективных технических систем замедляет их поступление в определенные отрасли, что ведет к ухудшению темпов технического перевооружения, снижению показателей производительности труда и рентабельности производства на предприятиях.

В практической деятельности предприятий бывают случаи, когда новая техника устаревает еще до начала ее производства.

Длительные сроки создания и освоения новой техники имеют ряд отрицательных результатов, которые связаны с уменьшением оборачиваемости оборотных средств, снижением достигнутого уровня производительности труда, повышением себестоимости продукции и т. п. [14].

### **4.3. Комплексный подход к организации подготовки производства**

Организация комплексной подготовки производства предприятия включает в себя меры, направленные на обеспечение научно-технического и производственного объединения, формирование необходимой структуры организации, применение новых методов управления работами по созданию новых технических систем.

Разработка соответствующей структуры организации является одним из элементов внедрения комплексной подготовки, который выражается в надлежащем организационном обеспечении. Комплексный подход к организации подготовки производства реализуется с помощью конкретных служб и исполнителей.

Планирование и управление работами в условиях комплексной подготовки производства осуществляется следующими методами:

- сетевыми методами, позволяющими достаточно полно охватывать связи между выполняемыми работами в процессе подготовки производства;
- управлением ходом работ (назначение сроков, планирование ресурсов и т. д.);
- материальным и моральным стимулированием персонала, занятого созданием новых технических систем, с учетом их вклада в сокращение сроков и затрат, а также в достижение высоких технико-экономических параметров новой техники [6].

#### 4.4. Общие вопросы организации научно-исследовательских работ

Научно-исследовательские работы разделяются на фундаментальные, поисковые и прикладные исследования.

К *фундаментальным* относятся исследования, изучающие объективно возникающие явления и закономерности, которые позволяют открыть новые направления преобразований природы и общества, производительных сил, создания техники и технологий будущего, использования новых источников энергии. Такие исследования часто выполняют без возможности применения полученных результатов. Иногда при проведении фундаментальных исследований получают результаты прикладного характера. На базе полученных в ходе фундаментальных исследований результатов складывается комплекс прикладных научно-технических проблем для потребностей конкретных областей науки, техники и производства. Фундаментальные исследования выполняются в основном в академических институтах, вузах, а в объединениях и на предприятиях не проводятся. Финансируются за счет бюджетных средств.

*Поисковые* исследования направлены на создание научного задела для его использования в дальнейших прикладных исследованиях. Они реализуются при отсутствии готовых научных и технических решений и направляются на поиск решения возникших научных проблем. Поисковые исследования осуществляются для изучения возможностей создания новых технических систем, новых направлений организации производства на базе результатов фундаментальных исследований. Они нужны для исследования принципиально новых направлений конструирования, технологий, прогнозирования и определения путей развития НТП. Поисковые исследования выполняют в отраслевых научно-исследовательских институтах, а также в академических институтах и вузах. На предприятиях поисковые исследования не проводятся. Они финансируются за счет бюджетных средств и крупных предприятий – заказчиков.

*Прикладные* исследования направлены на решение научно-технических и организационно-экономических задач с целью применения полученных результатов в проектных разработках. Прикладные НИР предна-

значаются для выявления более совершенных методов создания новых технических систем, новых технологий, усовершенствования выпускаемой техники и материалов. В процессе прикладных исследований изучают состояние и определяют направления совершенствования организации и управления предприятием. Они проводятся крупными предприятиями, отраслевыми научно-исследовательскими институтами и вузами, заключающими хозяйственные договоры с предприятиями о выполнении конкретных научных работ.

К НИР предприятий относят разработку нормативно-технических, проектных и информационных документов при внедрении технических систем в производство. Это стандартные и руководящие материалы, организационные проекты, справочники, научно-информационные материалы. Кроме этого, на предприятиях ведется организационно-методическая и плановая работа исследовательского характера: перспективные планы развития; анализ деятельности предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций и др. [14].

#### **4.5. Содержание и этапы научно-исследовательских работ**

Поисковые НИР характеризуются следующими этапами: разработкой технического задания, выбором направления исследования, теоретическими и экспериментальными исследованиями, обобщением и оценкой результатов, приемкой НИР. При реализации прикладных НИР в отдельный этап не выделяют выбор направления исследований. В процессе разработки технического задания допускают к исключению и дополнению отдельные этапы, разрешается их разделять и совмещать, а также уточнять содержание. Конкретно этапы НИР устанавливают в техническом задании, указывают сроки их выполнения, исполнителей и окончательный результат.

Техническое задание считается основным исходным документом. При его составлении должны быть использованы методы разработки научного прогноза и анализа современных достижений науки и техники, результаты патентных исследований, а также учтены требования заказчиков. На данном этапе выполняют технико-экономическое обоснование работы, при-

водят ожидаемый результат, отмечают преимущества новой техники перед существующими аналогами, рассчитывают ориентировочную экономическую эффективность работы.

На этапе выбора направления исследования проводят сбор и анализ научно-технической литературы, нормативно-технической документации, информации об аналогах и других материалов по заданной тематике. Выполняют работы по патентным исследованиям и составляют по ним отчет.

Теоретические и экспериментальные исследования проводят с целью получения теоретического обоснования предлагаемого решения. В процессе выполнения поисковых НИР выявляется необходимость осуществления экспериментов при подтверждении теоретических результатов. В процессе выполнения прикладных НИР теоретические и экспериментальные исследования проводятся вместе.

В прикладные НИР нередко включается этап разработки, изготовления и испытания макета оборудования. Его осуществляют тогда, когда нужно создать макет технической системы при исследовании ее отдельных характеристик и режимов работы.

Результаты исследований обобщаются и оцениваются в отчете, который содержит все полученные результаты работ на всех этапах НИР и рекомендации по разработке новой техники.

Завершающий этап состоит в приемке НИР. На данном этапе НИР рассматривается приемочной комиссией, назначенной организацией-разработчиком или организацией-заказчиком. По результатам приемки приемочная комиссия составляет акт, который утверждается специальным решением [14].

#### **4.6. Характеристика опытно-конструкторских работ**

Проведение научных исследований и выполнение ОКР могут выполнять несколько организаций в зависимости от сложности, объема и характера работ. В этом случае определяют организацию – головного исполнителя, которая координирует работу всех остальных соисполнителей. В случае окончания работы изготовлением установочной серии и подготовкой производства к серийному выпуску ОКР выполняются по форме

«А». Если работа завершается выпуском опытного образца, ОКР проводится по форме «Б».

При проведении ОКР по форме «А» предполагают присутствие в организационной структуре должности конструктора проекта, руководящего работой на всех стадиях.

Целевые комплексные программы и тематический план предприятия являются основанием для выполнения ОКР. Исходным документом при выполнении ОКР служит договор с предприятием-заказчиком на разработку и освоение новых технических систем. Содержание и порядок выполнения ОКР приводятся в отраслевых стандартах и руководящих документах, где учитываются отраслевые особенности.

Конструкторской подготовкой производства считается совокупность процессов и работ, которые направлены на разработку конструкторской документации для серийного производства новых и совершенствования выпускаемых технических систем. Конструкторская подготовка выполняется в соответствии с Единой системой конструкторской документации после проведения опытно-конструкторских работ.

ЕСКД – это система действующих технических и организационных требований, позволяющих использовать конструкторскую документацию без ее переоформления на предприятиях разных отраслей промышленности.

Конструкторская подготовка производства выполняется в отделе главного конструктора, которому подчиняются опытный цех и экспериментальные участки. Конструкторская подготовка производства может проходить двумя путями. Первый путь заключается в выполнении основных работ по разработке новых и модернизации уже выпускаемых технических систем; второй путь – в получении технической документации от организации-разработчика и доработке ее применительно к условиям предприятия согласно требованиям технических служб.

В процессе конструкторской подготовки производства по первому направлению должны выполняться следующие стадии: технического задания, технического предложения, эскизного проектирования, технического проекта, рабочей документации. По каждой стадии стандартом предполагается определенный перечень этапов. Обязательность стадий

и этапов при разработке конструкторской документации установлена в техническом задании.

По второму направлению конструкторской подготовки производства требуется осуществление следующих этапов: приема и учета полученных документов, проверки их комплектности; проработки рабочих чертежей для условий предприятия; корректировки документации по полученным замечаниям и согласования с заказчиком; составления и согласования технических условий на установочную серию и серийный выпуск технических систем; корректировки технической документации согласно результатам производства и испытания первых образцов и др. Вся работа начинается с разработки технического задания.

Техническое задание по поручению заказчика готовит исполнитель проекта. В ТЗ должны быть: а) установлены цели; б) указаны назначение по эксплуатации и функционированию, перспективы разработки новой технической системы; в) определены технические требования по надежности, технологичности, унификации, эстетике, эргономике и другим параметрам; г) дан перечень стадий, этапов разработки и для них указаны источники финансирования из соответствующих фондов; д) изложен порядок контроля и приемки. В ТЗ большое внимание должно быть уделено экономическим показателям новых технических систем.

Техническим предложением является совокупность конструкторских документов, которые содержат технико-экономическое обоснование новой разработки, документацию новой системы на основе анализа технического задания, различные варианты возможных конструкторских решений, патентных исследований и т. д. На данной стадии осуществляется сравнительная оценка предлагаемых конструкторских решений с учетом особенностей новой и существующей технических систем. Документам на этой стадии присуждается литера «П».

Эскизным проектом считается комплект документов, содержащих принципиальные конструкторские решения, которые дают представление об устройстве и принципах работы новых технических систем, и исходные данные, которые определяют их основные параметры и габаритные размеры. Данной документации присваивается литера «Э».

Техническим проектом считается комплект документов, содержащих конечные технические решения и дающих всестороннее представление об устройстве новых технических систем, а также данные для разработки рабочих документов. Если это необходимо, то должны быть изготовлены и испытаны макеты экспериментальных образцов. На этом этапе документам присваивается литера «Т».

Рабочей конструкторской документацией (рабочим проектом) считается конструкторская документация, предназначенная для производства и испытания новых (модернизированных) технических систем. Рабочий проект должен разрабатываться отдельно для опытного образца, а также для единичного, серийного и массового производства.

По результатам производства и предварительных испытаний опытного образца корректируют конструкторскую документацию и присваивают ей литеру «О». Предварительные испытания организуются и проводятся организацией-разработчиком с представителями предприятия – изготовителя технических систем. Оценка целесообразности производства новой техники осуществляется приемочной комиссией. После корректирования конструкторских документов по результатам приемочных испытаний данным документам присваивается литера «О1».

Для определения готовности предприятия к серийному или массовому производству по документации с литерой «О1» делают установочную серию, которой является первая промышленная партия техники. Образцы технических систем этой серии испытывает предприятие-изготовитель с участием представителей разработчика. Далее вносят в конструкторскую документацию необходимые уточнения и документам присваивают литеру «А».

Если тип производства единичный, то рабочие конструкторские документы имеют литеру «И» [14].

#### **4.7. Содержание и основные этапы технологической подготовки производства**

Технологическая подготовка производства (ТПП) – это совокупность связанных между собой процессов, которые обеспечивают технологическую готовность предприятия для выпуска продукции нужного качества в установленные сроки и заданного объема производства и затрат. Содер-

жание и объемы работ при ТПП определяются типом производства, конструкцией и назначением технических систем. Технологическая готовность представляет собой полный комплект технологической документации и средств технологического оснащения, которые необходимы при производстве новой техники.

Данная работа должна быть регламентирована стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Она характеризуется организацией и управлением ТПП, определяется разработкой и широким применением прогрессивных технологий, использованием унифицированного технологического оборудования, автоматизацией производства, инженерно-техническими и организационно-управленческими работами. Совокупность стандартов ЕСТПП разделяется на пять групп.

В группу 0 включаются стандарты, которые относятся к общим положениям системы – основным требованиям к ТПП. В них даются определения основных терминов и понятий, а также оценка технико-экономического уровня ТПП.

В группе 1 находятся стандарты, которые определяются правилами организации и управления ТПП, выбором стадии разработки документов, формированием организационной структуры, правилами моделирования системы и автоматизированного решения поставленных задач, организацией инструментального хозяйства.

Группа 2 является объединением стандартов, регламентирующих правила удовлетворения условиям технологичности конструкции технической системы в целом, а также по ее видам и стадиям разработки, составу показателей технологичности и др.

В группе 3 представлены стандарты, регулирующие вопросы разработки и применения технологических процессов и технологического оснащения, правил выбора и применения оборудования, средств контроля и автоматизации процессов производства, правил автоматизированного проектирования процессов.

В группу 4 включаются стандарты, содержание которых определяется правилами применения средств автоматизации работ, программирования, организации информационного и технического оснащения, выбора очередности автоматизации решения задач ТПП и др.

Разработка документации по организации ТПП осуществляется в три этапа: техническое задание, технический и рабочий проекты.

При разработке технического задания выполняют организационно-технический анализ методов и средств ТПП, вырабатывают рекомендации по организации, планированию и управлению.

Технический проект содержит общую структурную схему подготовки производства и схему организационной структуры предприятия, положения по организации работ. На данном этапе занимаются унификацией и стандартизацией документов, разработкой технических заданий на автоматизацию ТПП.

Рабочий проект содержит информационную модель ТПП, положения и должностные инструкции, результаты стандартизации технологий, унификации технологической оснастки, рабочую документацию по решению задач на ЭВМ.

Технологическая подготовка производства развивается по двум направлениям: освоение производства новых технических систем и совершенствование технологических процессов, не связанных с совершенствованием конструкции систем. Каждое из направлений решает определенные задачи, содержит работы, зависящие от вида технической системы и технологии.

Содержание технологической подготовки производства определяется основными этапами: предварительной проработкой технической документации; разработкой технологических маршрутов и операционных процессов; проектированием специальной оснастки и оборудования; выполнением технологической планировки; расчетом норм расхода материалов и определением потребности в ресурсах; отработкой технологии производства.

#### **4.8. Содержание и основные стадии организационной подготовки производства**

Организация производства новых технических систем означает изменение действующего процесса производства и его составляющих элементов.

Организационная подготовка производства является комплексом процессов и работ, которые направлены на создание и воплощение проектов

организации процесса производства новой техники, организации и оплаты труда, материально-технического обеспечения с целью разработки соответствующих условий для быстрого освоения и выпуска новых технических систем требуемого качества.

Вся деятельность, которая является комплексом организационной подготовки производства, выполняется в специализированных научно-исследовательских или проектных организациях (в случае освоения производства на новом предприятии) или экономическими и техническими службами (в случае подготовки производства на действующем предприятии).

Организационной подготовке производства сопутствует социально-психологическая подготовка. Социально-психологической подготовкой производства считается система мероприятий, которые направлены на подготовку распространения экономических, психологических и социальных последствий внедрения новых технических систем для персонала предприятия и потребителей.

Проектирование организации производства характеризуется следующими направлениями выполнения работы:

- определение производственной мощности для организации выпуска новой техники;
- выбор рациональных форм организации производства;
- разработка и совершенствование системы планирования;
- проектирование системы технического обслуживания производства;
- проектирование системы оплаты труда персонала;
- разработка и реализация проекта технической реконструкции предприятия и его производственных подразделений [14].

#### **4.9. Содержание процесса освоения новых технических систем и принципы его организации**

Освоение выпуска новой продукции считается одним из основных этапов цикла «Исследование – производство». Освоение новой продукции является производственным процессом, который осуществляет необходимую отладку технологии, организацию и планирование производства для целей изготовления новых технических систем заданного объема и дос-

тижения необходимых экономических показателей. Новые технические системы считаются освоенными тогда, когда они выпускаются в установленном объеме и обладают требующимися технико-экономическими параметрами.

Началом освоения считается производство установочной серии, изготавливаемой с использованием документации серийного производства для цели обоснования готовности производства к выпуску технических систем заданного объема и требований. Различают техническое, производственное и экономическое освоение.

Освоение новых технических систем считается этапом производственного процесса [14].

### **Вопросы для обсуждения**

1. Что такое техническая подготовка производства? Как она классифицируется?
2. Что понимают под операцией, работой, стадией, фазой? Дайте определения этим терминам.
3. Какие существуют этапы процесса подготовки производства в промышленности? В чем их сущность?
4. Из чего складывается время на подготовку производства? Дайте определения его составляющих.
5. Что представляет собой цикл подготовки производства технических систем?
6. Какие методы используются при организации процессов подготовки производства во времени? Какой из них более эффективен?
7. В чем состоит экономическое значение фактора времени при создании новой техники?
8. Что понимают под комплексным подходом к организации подготовки производства?
9. Какова последовательность выполнения научно-исследовательских работ?
10. Какие исследования относятся к фундаментальным НИР? Где они выполняются и как финансируются?

11. Для чего проводятся поисковые НИР? Кто их выполняет и финансирует?
12. Что представляют собой прикладные НИР? Кто их выполняет? Какие НИР проводятся на предприятиях?
13. Какие этапы реализуются при исполнении поисковых НИР? Дайте характеристику каждому этапу.
14. В чем особенность этапов при выполнении прикладных НИР?
15. Что означает ОКР и выполнение ОКР по формам «А» и «Б»?
16. В чем сущность конструкторской подготовки производства? Какие стандарты лежат в ее основе?
17. Какова последовательность этапов выполнения конструкторской подготовки производства по разработке новых и модернизации уже выпускаемых технических систем? Охарактеризуйте каждый из этапов. Как маркируется документация на каждом этапе?
18. Какие существуют этапы конструкторской подготовки производства в случае получения технической документации от организации-разработчика и ее доработки применительно к условиям предприятия согласно требованиям технических служб?
19. В чем сущность ТПП? Какие стандарты лежат в ее основе?
20. Для каких целей проводится организационная подготовка производства? Что она собой представляет?
21. В чем сущность процесса организации освоения новых технических систем?

### **Темы докладов<sup>\*</sup>**

1. Общая характеристика организации научно-технической подготовки производства.
2. Правила составления отчета о НИР.
3. Этапы, исполнители и заказчики научной подготовки производства.
4. Содержание и описание комплекта стандартов ЕСКД.

---

<sup>\*</sup> Доклад на выбранную тему должен сопровождаться презентацией, выполненной с помощью программного обеспечения Microsoft Office.

5. Программное обеспечение конструкторской подготовки производства.
6. Автоматизация технологической подготовки производства.
7. Экономические показатели при реализации процессов подготовки производства.
8. ЕСТПП – система стандартов технологической подготовки производства.
9. Планирование технической подготовки производства.

### **Индивидуальное задание**

Опишите этапы процесса организации технической подготовки производства известной вам технической системы. Дайте характеристику этим этапам.

## 5. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 5.1. Факторы внешней и внутренней среды

Одной из основных частей государственной социально-экономической политики является инновационная политика государства, которая разрабатывается Правительством РФ в форме концепции. Данная концепция лежит в основе целей инновационной стратегии и механизмов поддержки приоритетных инновационных проектов.

Основная проблема современной российской экономики заключается в значительном физическом и моральном износе производственных мощностей, что не дает возможности конкурировать с развитыми странами даже на внутреннем рынке. Поэтому должна разрабатываться и реализовываться инновационная политика государства, основной задачей которой является создание государственной системы, которая поможет в короткие сроки и с большой эффективностью использовать в производстве интеллектуальный и научно-технический потенциал страны. Правильно построенная инновационная политика является существенным орудием, которое может помочь государству в преодолении спада в экономике, обеспечении структурной перестройки и насыщении рынка разнообразными конкурентоспособными техническими системами. Для реализации этой политики составляется инновационная программа (федеральная, региональная, отраслевая), представляющая собой сочетание инновационных проектов и мероприятий, согласованных по ресурсам, исполнителям и срокам их осуществления. Она обеспечивает эффективное решение задач по освоению и распространению новых видов технических систем и технологий.

К *экономическим факторам* государственного регулирования для создания, освоения и распространения инноваций относятся следующие:

- развивающиеся рыночные отношения;

- налоговая политика и политика ценообразования для роста предложения инноваций;
- эффективная занятость в инновационной сфере;
- увеличение спроса инноваций;
- финансовая поддержка и налоговые льготы российским предприятиям, занимающимся инновационной деятельностью;
- модернизация техники;
- лизинг наукоемкой продукции;
- активизация предпринимательства;
- устранение недобросовестной конкуренции;
- развивающийся экспортный потенциал страны;
- развивающиеся внешнеэкономические связи в инновационной сфере;
- внешнеэкономическая поддержка инновационных проектов, которые включены в государственные инновационные программы.

К *организационным факторам* государственного регулирования инновационной деятельности относятся:

- поддержка инновационных проектов, которые включены в инновационные программы;
- развитие инновационной инфраструктуры;
- кадровая поддержка инновационного развития;
- подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров, занимающихся инновационной деятельностью;
- неэкономические методы мотивации инновационной деятельности;
- информационная поддержка инновационного развития;
- развитие международного сотрудничества в инновационной сфере;
- поддержка интересов российских субъектов инновационной деятельности в международных организациях.

К *финансовым факторам* государственного регулирования инновационной деятельности относятся:

- бюджетная политика, обеспечивающая финансирование инноваций;
- эффективность использования государственных ресурсов в инновационной сфере;

- прямое государственное инвестирование инновационных программ и проектов по общественному развитию;
- благоприятный инвестиционный климат в инновационной сфере;
- дотации, льготные кредиты, гарантии инвесторам в инновационной деятельности;
- льготы по налогам субъектам РФ в федеральный бюджет, если они используют свои бюджетные средства для финансирования инноваций.

К *нормативно-правовым факторам* государственного регулирования инновационной деятельности относятся:

- правовые основы взаимоотношений субъектов инновационной деятельности;
- охрана прав и интересов (в том числе прав интеллектуальной собственности) субъектов инновационной деятельности.

В основе регулирования инновационной деятельности лежат инновационные прогнозы, инновационные стратегии, инновационные программы, инновационные проекты.

*Инновационным прогнозом* называется предсказание основных направлений инновационной деятельности. Инновационный прогноз – это составная часть прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, который разрабатывается в соответствии с российским законодательством.

*Инновационной стратегией* называется формулирование приоритетных направлений инновационной деятельности.

К стратегическим приоритетам государственной инновационной политики относятся концепция социально-экономического развития Российской Федерации в долгосрочной перспективе и программа социально-экономического развития Российской Федерации в среднесрочной перспективе. Субъектами РФ разрабатываются инновационный прогноз и стратегия региональной инновационной политики.

*Инновационным проектом* считается комплекс взаимосвязанных документов на осуществление инновационной деятельности в заданный период времени.

Проектом (программой) поддержки инновационной деятельности является проект (программа) развития инновационной инфраструктуры.

*Инновационная программа* является комплексом связанных между собой инновационных проектов и проектов поддержки инновационной деятельности.

В основе государственной инновационной программы лежит инновационная стратегия, которую разрабатывает Правительство РФ. Она составляет часть программы социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочный период.

Государственная (федеральная) инновационная программа состоит:

- из федеральных целевых инновационных программ по базисным инновациям;
- крупных инновационных проектов;
- федеральных программ поддержки инновационной деятельности и развития инновационной инфраструктуры.

На основании конкурсного отбора на добровольных началах подбираются инновационные проекты, которые включаются в государственную инновационную программу. Эти проекты проходят обязательную государственную научно-техническую и экологическую экспертизу относительно новизны, социально-экономической и экологической эффективности [11].

## **5.2. Влияние научно-технического прогресса на жизненный цикл технических систем**

Усилия государства, частного бизнеса и общества в соответствии со стратегией Российской Федерации в области развития науки и инноваций направлены на динамичное развитие страны.

Целью данной стратегии является разрешение противоречия между темпами развития, структурой российского сектора исследований и растущим спросом со стороны предпринимательского сектора на передовые технологии.

Резервом увеличения спроса отечественных исследований и разработок является повышение качества отечественных разработок в виде готовых технологий. Конкурентоспособность российского сектора исследований и разработок на мировом рынке в основном сводится к поставке зна-

ний, а у предпринимательского сектора имеется спрос на готовые технологии. Экспорт технологий расширяется за счет доли научных исследований, а импорт увеличивается за счет доли объектов интеллектуальной собственности.

Следовательно, для России на глобальном рынке характерен профиль поставщика идей и потребителя готовых технологий.

При решении проблемы противоречия необходимо придерживаться двух основных принципов.

Первый принцип заключается в концентрации ресурсов федерального бюджета для финансирования НИОКР по ключевым направлениям, таким как:

- улучшение фундаментальных знаний и совершенствование «человеческого капитала», который является одним из основных конкурентных преимуществ России;
- осуществление прикладных разработок по приоритетным направлениям обеспечения конкурентоспособности;
- создание инновационной инфраструктуры по национальным приоритетам технологического развития.

Вторым принципом является применение механизма частно-государственного партнерства. Частично прикладные разработки и создание инновационной инфраструктуры должны выполняться с участием бизнеса, а модернизация технологии должна осуществляться самим бизнесом.

Конкурентоспособность Российской Федерации должна быть основана на отечественных технологиях, которые имеют преимущества в глобальном масштабе: создание вооружений, атомная и космическая промышленность, информационные технологии, nanoиндустрия, разработка новых материалов и другие направления. Для этого создаются федеральные целевые программы с участием бизнеса. Задачи данных программ определяются использованием потенциала сектора исследований и разработок по направлениям эффективного национального технологического развития и его приоритетов.

К таким задачам относятся:

- 1) разработка конкурентоспособного сектора исследований и разработок;

2) разработка эффективной национальной инновационной системы;  
3) совершенствование системы защиты прав интеллектуальной собственности;

4) перестройка экономики на основе технологических инноваций.

Мероприятия для решения первой задачи состоят в следующем:

- сосредоточивание ресурсов на приоритетных направлениях;
- перестройка научных организаций и государственного сектора исследований и разработок;
- интеграция научного и образовательного потенциалов.

Вторую задачу можно решить с помощью:

- финансовых институтов, которые обеспечивают непрерывность финансирования проектов на всех этапах жизненного цикла инноваций;
- технологической инфраструктуры.

Для решения третьей задачи можно использовать совершенствование нормативно-правовой базы. Деятельность в данном направлении уже проводится. Но оживление инновационной деятельности будет возможно, когда нормативные правовые акты различных отраслей будут изменены согласно необходимым требованиям стимулирования инновационной деятельности.

Четвертую задачу можно решить с помощью модернизации экономики на базе технологических инноваций. Одним из основных направлений является стимулирование спроса на инновации в предпринимательском секторе. Одно из мероприятий стимулирования – отнесение на себестоимость выпускаемой продукции расходов предприятий на НИОКР, а также развитие налогового стимулирования инновационной деятельности.

Основу формирования новых целевых технологических программ могут составить две программы развития: научно-технологической базы и трансфера технологий двойного назначения. При осуществлении данных программ нужно реализовать ряд направлений, а именно:

- увеличить участие бизнеса в разработке национальных приоритетных направлений технологического развития и подборе эффективных научных организаций для осуществления НИОКР;
- мотивировать устойчивость связей между элементами инновационной системы, включая вузы и малые научные организации;

– увеличить поддержку создания негосударственных научных организаций.

Приоритетными направлениями развития науки, технологий и технических систем в Российской Федерации являются:

- информационно-телекоммуникационные системы;
- наносистемы и материалы;
- живые системы;
- рациональное природопользование;
- энергетика и энергосбережение;
- безопасность и противодействие терроризму.

Результаты НТП планируются с использованием программно-целевого метода. Он осуществляется с помощью системы государственных научно-технических программ, разработанных по более перспективным направлениям науки и техники и имеющих общегосударственное значение и межотраслевой характер. При данном подходе финансовые средства концентрируются на опережающем развитии приоритетных направлений НТП в соответствии с комплексным прогнозом. Государственные целевые научно-технические программы разработаны для создания новых поколений технических систем и технологий. Они разрабатываются сроком от 10 до 15 лет и охватывают весь инновационный цикл.

Различают федеральные, отраслевые, региональные и межгосударственные научно-технические программы. Федеральные программы разрабатываются, выполняются и финансируются Правительством РФ. Отраслевые и региональные программы разрабатываются и реализуются соответствующими органами управления.

Порядок разработки состава и содержания государственных научно-технических программ осуществляется в следующей последовательности:

- научно-техническая и технико-экономическая экспертиза проектов;
- их конкурсный отбор;
- создание государственного заказа на реализацию научно-технических проектов.

При переходе преимущественно к экономическим методам государственного регулирования НТП увеличивается роль, которую играют цен-

тральные органы исполнительной власти при выборе стратегических направлений НТП, воздействуя на научно-технические предприятия с использованием финансово-кредитной и ценовой политики.

Предприятия и научно-технические организации самостоятельно разрабатывают прогнозно-плановые документы. Центральными экономическими органами управления определяются только обобщающие показатели эффективности НТП: производительность труда и фондоотдача; материалоемкость и энергоемкость производства; технический уровень производства и качество продукции. Кроме того, предлагаются организационные меры по реализации технических новшеств, изобретений, лицензий, технологий.

В таких условиях предприятиями и научно-техническими организациями предусматриваются техническое перевооружение и реконструкция производства. Правительством устанавливаются льготы для того, чтобы заинтересовывать производителей научно-технической продукции в выполнении госзаказов.

Предприятиями и научно-техническими организациями разрабатываются показатели по отдельным научно-техническим продуктам и организации в целом [11].

### **5.3. Направления и методы анализа факторов внешней и внутренней среды**

Анализ внешней среды является процессом, с помощью которого создатели стратегического плана контролируют внешние факторы организации для определения ее возможностей и угроз.

Анализ внешней среды позволяет получить важные результаты. Он дает предприятию время для разработки плана на случай раннего предупреждения возможных угроз и стратегии для превращения угроз в возможности [1].

Угрозы и возможности, с которыми сталкивается организация, можно выделить в семь групп факторов:

- 1) экономические;
- 2) политические;

- 3) рыночные;
- 4) технологические;
- 5) международные;
- 6) конкуренции;
- 7) социального поведения.

Степень влияния внешних факторов на проблемы управления может определяться различными методами. Наиболее популярным из них является SWOT-анализ.

В данном случае анализируются внутренние параметры предприятия, которые можно считать сильными и слабыми сторонами его деятельности, и возможности и угрозы со стороны внешней среды. Использование SWOT-анализа позволяет оценивать стратегическое состояние предприятия.

Основной смысл SWOT-анализа заключается в следующем:

- приложение усилий для преобразования слабости в силу и угрозы в возможность;
- корректировка сильных сторон предприятия соответственно ее ограниченным возможностям.

Матрица для проведения SWOT-анализа показана на рис. 4.

		Внешняя среда фирмы	
		Возможности ( <i>O</i> )	Угрозы ( <i>T</i> )
		1.	1.
		2.	2.
		3.	3.
		...	...
Внутренняя среда фирмы	Сила ( <i>S</i> )	← Превращение	← Превращение
	1.		
	2.	1. Поле <i>SO</i>	2. Поле <i>ST</i>
	3.		
	...		
Оценка потенциала	Слабость ( <i>W</i> )	← Превращение	← Превращение
	1.		
	2.	4. Поле <i>WO</i>	3. Поле <i>WT</i>
	3.		
	...		

Рис. 4. Форма SWOT-анализа

Данная матрица (см. рис. 4) имеет ряд ячеек, в которых происходит разработка стратегии.

Поле *SO* «сила – возможности». В данном поле фиксируют сильные стороны потенциала организации, обеспечивающие использование возможностей. Оно является основой для построения стратегии.

Поле *ST* «сила – угрозы». В данном поле фиксируют слабые стороны потенциала организации, не дающие шанса использовать возможности. В данном поле рассматривают стратегию развития потенциала.

Поле *WT* «слабость – угрозы». Это поле является наихудшим сочетанием для организации. Необходимо обратить на него внимание. Снизить угрозы возможно при разработке стратегии развития потенциала.

Поле *WO* «слабость – возможности». Руководителям организации необходимо определить, целесообразно ли использование возможностей при наличии слабых сторон в организации. В данном поле осуществляется поиск стратегии развития потенциала.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Что такое инновационная политика государства? Назовите ее направления.

2. Прокомментируйте экономические факторы государственного регулирования инновационной политики.

3. Перечислите организационные факторы государственного регулирования инновационной деятельности. Дайте им краткую характеристику.

4. Назовите финансовые факторы государственного регулирования инновационной деятельности. В чем заключается смысл такого регулирования?

5. Какие группы факторов государственного регулирования инновационной деятельности (кроме экономических, организационных и финансовых) вы могли бы еще назвать? Опишите их влияние.

6. Что собой представляет стратегия Российской Федерации в области развития науки и инноваций? Расскажите о ней.

7. Какие направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации признаны приоритетными? Дайте им краткую характеристику.

8. Что такое анализ внешней среды? Для каких целей он осуществляется?

9. Перечислите угрозы и возможности, с которыми сталкиваются предприятия в процессе внедрения новых технических систем?

10. Что такое SWOT-анализ? Для каких целей он используется?

11. Расскажите о проведении SWOT-анализа.

### **Темы докладов \***

1. Основные направления стратегии инновационного развития Российской Федерации.

2. Влияние НТП на жизненный цикл технических систем.

3. Техническое развитие – основной фактор конкурентоспособности страны.

4. Научно-техническая революция и общественный прогресс.

5. Методы анализа факторов внешней среды.

6. Возможности и угрозы внешней среды предприятия.

7. Программно-целевой метод планирования НТП.

8. Жизненный цикл технических систем в наукоемких технологиях.

9. Этапы анализа факторов внешней среды. Рекомендации по повышению эффективности его осуществления.

### **Индивидуальное задание**

Выберите известную вам техническую систему. Определите, какие факторы влияют на продолжительность ее жизненного цикла.

---

\* Доклад на выбранную тему должен сопровождаться презентацией, выполненной с помощью программного обеспечения Microsoft Office.

## **6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **6.1. Основные направления прогнозирования новой техники**

Прогнозированием считается деятельность, которая направлена на определение и исследование возможных альтернатив будущего развития систем. Основной целью прогноза является определение тенденций развития факторов, которые воздействуют на рыночную конъюнктуру.

При прогнозировании различают краткосрочные прогнозы с прогнозным горизонтом от 1 до 1,5 года, среднесрочные прогнозы от 4 до 6 лет и долгосрочные прогнозы сроком на 10–15 лет.

При краткосрочном прогнозировании основными являются количественная и качественная оценки изменений объемов производства, спроса и предложения технических систем, их конкурентоспособности и цен, кредитных условий и т. д. Среднесрочное и долгосрочное прогнозирование основано на прогнозах рыночной конъюнктуры, соотношения спроса и предложения, ограничениях по защите окружающей среды, международной торговли и других факторах. В качестве инструмента при прогнозировании применяются формализованные количественные методы анализа и моделирования, методы экспертных оценок, которые базируются на интуиции и опыте специалистов по данным техническим системам и рынку.

При прогнозировании продолжительности жизненного цикла технических систем большое значение имеет прогноз развития НТП.

Прогнозирование развития науки и техники в стране осуществляется путем разработки системы прогнозных документов, которая включает комплексную программу НТП и его социально-экономических последствий на 20 лет, макроэкономический прогноз научно-технического развития на 10–15 лет, частные научно-технические прогнозы на макроэкономическом и отраслевом уровнях на 5–10 лет.

Работа в направлении данных прогнозов ведется регулярно научными учреждениями Российской академии наук, ведущими отраслевыми научно-техническими организациями, крупными учеными и специалистами.

В комплексной программе НТП отражаются приоритетные направления развития науки и техники, обосновываются практические мероприятия, которые обеспечивают эффективность применения научно-технических достижений. В нее включаются: предложения по подготовке отраслевых и региональных научно-технических программ; обоснование народно-хозяйственной значимости при решении актуальных научно-технических проблем; требования к НИОКР; анализ срока и масштаба решения научно-технических проблем, затрат на них, эффективности; рекомендации по всестороннему обеспечению научно-технических программ.

Макроэкономический прогноз научно-технического развития на 10–15 лет содержит:

- 1) технико-экономическую оценку отечественных и мировых технических систем;
- 2) итоги использования научно-технических достижений;
- 3) приоритетные направления НТП и первоочередные научно-технические задачи, а также возможности их решения;
- 4) оценку социально-экономических последствий НТП и др.

Направления НТП, которые представлены в макроэкономическом прогнозе, являются глобальными и служат базой для определения приоритетов на краткосрочную и среднесрочную перспективы.

В частных научно-технических прогнозах объектами прогнозирования являются различные направления НТП и основные стадии инновационного цикла. Перспективные и годовые научно-технические прогнозы разрабатываются на всех уровнях и иерархиях управления (федерального, отраслевого, регионального, местного).

Частные научно-технические прогнозы новых технических систем и технологий определяются:

- целями и задачами научно-технической политики, обобщающими показателями эффективности НТП, научно-техническими программами;
- развитием науки, техники, стандартизацией и научно-технической инфраструктурой;

- международным научно-техническим сотрудничеством;
- подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации научно-технических кадров;
- финансированием НИОКР из различных российских и зарубежных фондов [1].

## **6.2. Методы прогнозирования и условия их использования**

По типу информации, используемой при прогнозировании, можно выделить следующие методы:

- экспертное прогнозирование (интуитивная информация);
- функционально-логическое прогнозирование (предметная информация);
- структурное прогнозирование (блок-схемы, графы и т. п.);
- математическое прогнозирование;
- прогнозирование по аналогии (данные всех типов);
- комплексное прогнозирование (всех типов).

*Экспертные методы прогнозирования.* Сущность экспертных методов заключается в разработке коллективного или индивидуального мнения специалистов в определенной области.

Экспертные методы используются при прогнозировании:

- объектов, развитие которых невозможно исследовать с использованием математической формализации;
- при отсутствии статистики по параметрам объекта;
- при условиях высокой неопределенности среды, в которой функционирует объект;
- в условиях долгосрочного прогнозирования новых рынков, областей промышленности, которые зависят от сильного влияния открытий в фундаментальных науках;
- если не хватает времени или средств для исследования проблем с использованием формальных моделей;
- в экстремальных ситуациях.

Экспертные методы основываются на интуитивно-логическом анализе проблем, который осуществляется привлеченными специалистами-экс-

пертами, имеющими необходимое профессиональное образование, опыт и обладающие интуицией. Данные методы реализуются в виде осуществления экспертиз.

Степень достоверности экспертизы подтверждается последующими событиями. Поэтому принципиальными считаются вопросы о составе и численности группы экспертов.

При составлении экспертных заключений используется анкета для опроса специалистов, которая служит основным инструментом экспертизы. Она должна соответствовать определенным требованиям. Вопросы анкеты для опроса экспертов должны быть сформулированы в общепринятых терминах, исключать всякую неопределенность, обеспечивать достижение целей прогноза, однозначное толкование результатов и верификацию результатов прогнозирования.

Экспертные оценки могут быть индивидуальными и коллективными. Индивидуальные оценки основываются на использовании мнений экспертов независимо друг от друга. К ним относятся метод интервью и метод аналитических экспертных оценок.

Метод интервью состоит в беседе прогнозиста с экспертом по заранее разработанной программе. Аналитические экспертные оценки являются длительной и самостоятельной работой эксперта над прогнозируемым объектом.

Коллективные экспертизы повышают надежность экспертных оценок. В настоящее время наиболее популярны следующие методы: круглого стола, Дельфи, программного прогнозирования, эвристического прогнозирования, коллективной генерации идей (метод «мозгового штурма»).

Метод круглого стола является открытой дискуссией по обсуждаемой проблеме для разработки единого мнения экспертов.

Метод Дельфи – это группа методов, которые объединены общими требованиями к организации экспертных процедур и форме получения экспертных оценок. Такими требованиями являются анонимность процедуры и возможность пополнять информацию о предмете экспертизы. Экспертизы проводятся в четыре тура. В первом туре сообщается цель и формулируются вопросы для экспертизы. Во втором туре выдаются усредненная оценка экспертной комиссии и обоснования экспертов, высказав-

ших «крайние» точки зрения. Третий и четвертый туры не отличаются от второго.

Метод программного прогнозирования (академик В. М. Глушков, СССР) позволяет определить вероятность наступления событий и оценить вероятное время их наступления. Перед началом работы события классифицируют. Для каждого типа проблем указывается «вес» в баллах каждого эксперта. Изначально эти веса определяются самими экспертами, а в последующем уточняются с помощью объективных методов.

Первый этап заключается в рассылке экспертам классификатора событий. Задача эксперта состоит в определении условий, при которых возможно наступление того или иного события. При этом эксперт ставит себя в положение участника событий. По анкетам экспертов строят сети событий. При повторении этого процесса и проведении необходимых усреднений можно получить оценку вектора вероятностей и отклонения его значений для конечного события. В дальнейшем опросы экспертов систематически повторяются.

Метод эвристического прогнозирования является методом получения и обработки прогнозных оценок объекта путем систематизированного опроса экспертов в узкой области науки, технических систем или производства. Эти оценки отражают индивидуальный прогноз специалиста относительно перспектив в его области. Суждения независимых экспертов объединяются и обрабатываются с помощью существующего алгоритма.

Данный метод отличается от других способами формирования анкет и таблиц. Вопросы анкет бывают трех типов:

- 1) вопросы, ответы на которые содержат количественную оценку, время, вероятность, влияние факторов друг на друга;
- 2) содержательные вопросы, требующие свернутого ответа не в количественной форме;
- 3) вопросы, требующие ответа в развернутой форме: в виде перечня сведений о предмете и в виде перечня подтверждающих или отвергающих аргументов.

После того, как все вопросы уточнены и сведены по тематическим признакам в соответствующие разделы анкет и таблиц, переходят к анализу и обработке экспертных оценок.

Метод коллективной генерации идей заключается в том, что организаторы экспертизы создают атмосферу, наиболее благоприятствующую генерированию идей. Проблема четко формулируется. Открыто высказываются мнения специалистов при соблюдении двух условий: а) запрещается критика чужих мнений; б) высказываются любые идеи по решению данного вопроса. Все предложенные идеи фиксируются и после обсуждения детально прорабатываются. По принципу Парето отбирается 20 % наиболее заслуживающих внимания идей. На их основе формируется решение. Данный метод позволяет принять решение в короткий срок.

*Логическое и функционально-логическое прогнозирование.* Возможности такого прогнозирования появляются при наличии предметной информации об объекте. К данным методам относятся прогнозный сценарий, морфологический анализ и функционально-логическое прогнозирование.

Прогнозный сценарий используется в практике как самостоятельно, так и с другими методами при определении прогнозного горизонта или условий корректировки прогноза. Написание сценария является методом, устанавливающим логическую последовательность событий, чтобы показать, как шаг за шагом будет развиваться состояние объектов исходя из существующей ситуации. Разработка прогнозных сценариев позволяет своевременно осознать потенциальную опасность, с которой связаны варианты управленческих действий или неблагоприятное развитие событий.

Морфологический анализ осуществляется при использовании малого объема информации по исследуемой проблеме. Он применяется для прогнозирования возможного исхода фундаментальных исследований, открытия новых рынков и т. п., т. е. при отсутствии аналогов. Морфологический анализ состоит из следующих этапов:

- точная формулировка проблемы;
- тщательный анализ всех параметров с точки зрения проблемы;
- построение «морфологического ящика» в виде дерева или матрицы, который потенциально содержит все решения;
- изучение всех решений с точки зрения их функциональной ценности (является наиболее сложным этапом, так как формальных методов для этого нет);
- выбор решения и реализация.

Функционально-логическое прогнозирование дает возможность качественной оценки степени развития (тенденций развития) процесса или явления. При использовании данного метода прогнозирования необходимо разрабатывать одновременно знаковую модель и функционально-декомпозиционное представление объекта прогнозирования.

Знаковой моделью является перечисление всех параметров эффекта, которые могут разбиваться на множества экономических, социальных, психологических характеристик и характеристик производственно-технологических параметров. Один из этих параметров максимизируют и формируют критерий оценки. На область изменения других параметров накладывают ограничения.

Управляющие воздействия генерируются в виде таблицы функционально-декомпозиционного представления. В левой части этой таблицы записывают условия, побудившие генерировать это воздействие, а в правой – цель, которую предполагается достичь. Наилучшими признаются те управляющие воздействия, которые улучшают все параметры эффекта (по принципу Парето).

*Структурное прогнозирование* оперирует как с качественной, так и с количественной информацией. Различают два основных метода структурного прогнозирования: прогнозный граф и дерево.

Граф является фигурой, состоящей из точек, которые называются вершинами, и соединяющих их отрезков, которые называются ребрами. Графы бывают связными и несвязными, ориентированными и неориентированными, они могут содержать и не содержать циклы (петли).

Деревом считается связный ориентированный граф, который не содержит петель. Каждая пара его вершин соединяется единственным ребром.

*Математические методы* параметрического прогнозирования применяются, когда за время упреждения не изменяются ни функции, ни структура объекта прогнозирования. Данные методы используются при наличии количественной информации. Достаточно часто вычисления с применением этих методов включаются в программное обеспечение современных вычислительных средств. Среди математических методов выделяют метод наименьших квадратов, метод спектрального анализа, метод факторного анализа и др.

Метод наименьших квадратов применяется, если за время упреждения структура объекта прогнозирования неизменна, а переменными являются только значения его параметров. Выбор модели для каждого конкретного случая производится по ряду статистических критериев: дисперсии, корреляции и другим. Метод наименьших квадратов часто называют проектированием тренда. Тренд показывает динамику развития процесса в целом. Случайные составляющие отражают колебания или шумы процесса. Данный метод основывается на допущении, по которому события, случившиеся в прошлом, дают хорошее приближение при оценке будущих событий.

Спектральный анализ служит для прогнозирования процессов, динамика которых содержит колебательные или гармонические составляющие.

Факторный анализ дает возможность провести максимально возможный учет совокупности переменных, которые характеризуют объект и взаимосвязи между ними. При этом ищут компромисс между числом переменных в описании и сложностью, трудоемкостью прогноза. Факторный анализ является разделом математической статистики и состоит из большого числа методов.

*Прогнозирование по аналогии* – наиболее часто применяемый на практике тип прогнозирования. Он корректен, когда установлена и доказана аналогия между объектами управления, типами менеджмента, внешней и внутренней средой в сравниваемых случаях. Понятие аналогии является достаточно широким и включает схожесть объектов прогнозирования, целей и последствий прогноза.

Возможно установление качественной и (или) количественной аналогии. Одним из доступных практических методов качественного доказательства аналогии служит логика предложений. Она предлагает схему и способы проведения правильных умозаключений. Для доказательства аналогии могут применяться методы теории распознавания образов [2].

### **6.3. Процесс прогнозирования**

Процесс прогнозирования состоит из ряда взаимосвязанных этапов:

– разработки программы прогнозного исследования: ее целей, задач, основной проблемы, методов ее решения и т. д.;

- построения базовой модели прогнозируемого объекта;
- анализа факторов, влияющих на поведение объекта, поисковое прогнозирование;
- осуществления расчетов ожидаемых показателей поисковой модели и их вероятностей;
- нормативного прогнозирования, оценки достоверности прогнозной модели.

Последовательность реализации методики прогнозирования:

- исследование предпрогнозной ориентации (определение объекта и предмета исследования);
- изучение прогнозного фона (сбор данных об объекте);
- создание исходной модели (основные показатели объекта, отображающие его характер и структуру);
- разработка поискового прогноза представляет собой проекцию исходной модели в будущее с учетом факторов прогнозного фона для определения проблем;
- разработка нормативного прогноза представляет собой проекцию исходной модели в будущее в соответствии с определенными целями и нормативами;
- оценка степени достоверности прогнозных моделей путем экспертного опроса;
- разработка рекомендаций на основе сопоставления прогнозных моделей.

Результаты прогноза могут отражаться путем:

- сравнения показателей отечественных и зарубежных достижений в исследуемой области;
- показателей эффективности;
- ожидаемых технических показателей;
- вариантов распределения ресурсов и их видов;
- оценки мероприятий правительства, административных органов и др.

Надежность прогноза можно оценить по глубине и объективности анализа, наступлению конкретных условий, оперативности и скорости в обработке полученных данных [2].

## 6.4. Принятие решений в сложных системах

Математическая теория принятия решений в сложных ситуациях, которая часто называется теорией принятия решений (ТПР), разрабатывает общие подходы и методы анализа в ситуациях принятия решений в процессе жизненного цикла сложных технических систем. При использовании ТПР все имеющиеся данные о проблеме применяются для получения вывода о том, какой из вариантов решения является наилучшим. Кроме этого, учитываются сведения о предпочтениях лица, принимающего решения (ЛПР), его отношении к риску и реакции других субъектов на его решения.

Объектом исследования ТПР является ситуация принятия решений, которая называется проблемной ситуацией. Предмет исследования ТПР составляют общие закономерности при разработке решений в проблемных ситуациях и закономерности их моделирования. Основное назначение ТПР состоит в разработке рекомендаций по процедурам принятия решений в сложных ситуациях с использованием современных методов и вычислительных средств.

Одним из важных исходных положений ТПР является отсутствие абсолютного лучшего решения. Наилучшим может считаться решение для конкретного ЛПР относительно его целей в данном месте и на данный момент времени. Если изменится хотя бы одно из перечисленных обстоятельств, то изменится вывод о наилучшем решении.

В связи с этим существуют следующие подходы к разработке решений.

1. Интуитивный подход, который имеет следующие особенности: а) используется при решении несложных проблем; б) не дает результатов при небольшом опыте ЛПР. Характерные черты данного подхода: субъект решения мысленно анализирует проблему; по мере ее развития может радикально измениться подход к ее решению; одновременно рассматривается несколько вариантов; не соблюдается последовательность этапов.

2. Решение, основанное на суждениях, является выбором, обусловленным знаниями или накопительным опытом. Используя знание о том,

что случалось в похожей ситуации раньше, ЛПР прогнозирует результат альтернативных вариантов выбора в данной ситуации. Так как многие ситуации в организации повторяются, то суждение как основа организационного решения является полезным. Если ситуация является уникальной или очень сложной, то одного суждения будет недостаточно для принятия решения. ЛПР может существенно повысить вероятность правильного выбора, подходя к решению рационально.

3. Рациональный подход заключается в структуризации процесса принятия решений. Особенности данного подхода являются: сложность ситуации, поэтапный план и методы решения, их информационное обеспечение.

Рациональный подход предполагает соблюдение следующих этапов.

Первым этапом является диагностика проблемы, в процессе которой устанавливаются симптомы, причины и последствия, к которым может привести данная проблема. Для этого нужно собрать и проанализировать имеющуюся внутреннюю и внешнюю информацию.

Вторым этапом рационального подхода является формулировка ограничений и критериев принятия решения.

Ограничения изменяются и зависят от ситуации и конкретных руководителей. К ним относятся факторы, ограничивающие реализацию альтернатив, например недостаточность ресурсов, необходимость внедрения новой технологии, законы и этические соображения.

Кроме этого, ЛПР должен определить стандарты для оценки альтернативных вариантов. Эти стандарты называются критериями принятия решений. Они являются рекомендациями по оценке решений.

Третьим считается этап определения альтернатив, или этап формулирования набора альтернативных решений проблемы. Альтернативой является условное название какого-то из возможных способов достижения цели. Каждую альтернативу сопоставляют с критериями, выбранными на втором этапе.

На четвертом этапе осуществляется оценка альтернатив. ЛПР определяет достоинства и недостатки каждой альтернативы и возможные общие последствия.

Пятый этап рационального подхода является заключительным и посвящается выбору альтернативы. ЛПР выбирает альтернативу с наиболее благоприятными последствиями. Если проблема является сложной, то ни одна альтернатива не будет наилучшей. В данном случае основная роль отводится лучшему суждению и опыту.

Наилучшим решением считается та из альтернатив, которая рассматривается ЛПР как основной претендент на звание «решение». Наилучшее решение определяется на основании определения личных предпочтений ЛПР. В ТПР допускается, что наилучших решений может быть несколько. При этом они могут быть одинаковыми по предпочтительности. Для выбора единственной наилучшей альтернативы необходимо последовательно уточнять предпочтения ЛПР [1].

### **Вопросы для обсуждения**

1. Что такое прогнозирование. Какие виды прогнозов существуют? Дайте им краткую характеристику.

2. Какие прогнозные документы разрабатываются в Российской Федерации и что они содержат?

3. В чем особенности экспертных методов прогнозирования?

4. Назовите методы индивидуальных экспертных оценок. В чем их смысл?

5. Назовите методы группового экспертного прогнозирования. Расскажите их сущность.

6. Какие методы относятся к логическому и функционально-логическому прогнозированию? В чем заключается особенность такого прогнозирования?

7. Как осуществляется структурное прогнозирование? Какие методы к нему относятся?

8. Назовите сущность математических методов параметрического прогнозирования.

9. В каких ситуациях осуществляется прогнозирование по аналогии? В чем его сущность?

10. Перечислите этапы процесса прогнозирования. Прокомментируйте их содержание.

11. В чем сущность рационального подхода в принятии решений? Расскажите об этапах данного подхода.

12. Что такое неопределенность и риск в принятии решений? Какие виды рисков вы знаете?

13. В какой последовательности осуществляется анализ рисков? Как оценивается степень риска?

### **Темы докладов \***

1. Прогноз развития научно-технического прогресса.
2. Групповые методы экспертного прогнозирования.
3. Прогнозный сценарий и его использование при прогнозировании продолжительности жизненного цикла технических систем.
4. Эффективность прогнозирования.
5. Теория принятия решений и ее применение для разработки сложных решений.
6. Подходы к принятию управленческих решений.
7. Методика принятия решений в условиях неопределенности.
8. Методика принятия решений в условиях риска.
9. Оценка риска и его анализ.

### **Индивидуальное задание**

Выберите новое направление развития технических систем. Опишите области их функционирования.

### **Практическое задание**

1. Предложите как можно больше перспектив развития нового направления технических систем на основании вашего индивидуального задания.

---

\* Доклад на выбранную тему должен сопровождаться презентацией, выполненной с помощью программного обеспечения Microsoft Office.

2. Выполните анализ всех предложенных идей. Исходя из цели нового направления развития технических систем классифицируйте предложенные идеи, установите возможные сферы их использования, составьте планы их реализации. Проанализируйте возможное применение технической системы в различных отраслях.

3. Представьте полученные результаты в группе.

4. Составьте отчет о практической работе, который должен содержать аргументированное описание результатов по каждому пункту задания, выполненного в малой группе.

### *Методические рекомендации*

1. Учебная группа разбивается на малые группы по 3–4 человека.

2. Задание на тему «Перспективы развития нового направления технических систем» конкретизируется и доводится до исполнителей.

3. В малых группах предлагаются всевозможные идеи, при этом не должны звучать критические замечания и оценка высказанных идей. Предложенных идей должно быть как можно больше, они должны быть разнообразными. Все высказанные идеи должны быть представлены в отчете.

4. В малых группах следует обсудить полученные результаты и зафиксировать их в отчете.

5. Каждый участник малой группы должен выступить в группе с полученными результатами.

6. Оценка деятельности малых групп проводится преподавателем и представителями каждой из них. Перечень оцениваемых показателей: оригинальность идей; глубина анализа применения технической системы в различных отраслях; представление результатов; активность малой группы. Каждый показатель оценивается по 5-балльной шкале.

## 7. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 7.1. Износ. Формы износа. Стоимость износа

Технические системы, участвующие в процессе производства, постепенно утрачивают свои первоначальные характеристики вследствие их эксплуатации и естественного изнашивания. Они относятся к категории имущества – основные фонды (ОФ).

Под износом ОФ понимают постепенную утрату ими своей стоимости. Износ бывает физическим и моральным.

Физическим износом называется изменение механических, физических и других свойств ОФ. Различные группы ОФ изнашиваются в разное время. Уровень физического износа ОФ определяется:

- первоначальным качеством;
- степенью эксплуатации;
- уровнем агрессивности среды, в которой они функционируют;
- уровнем квалификации обслуживающего персонала;
- своевременностью проведения планово-предупредительных ремонтов;
- другими факторами.

При учете этих факторов в работе предприятий можно существенно повлиять на физическое состояние ОФ.

Физический износ может быть неравномерным даже по аналогичным элементам ОФ. Можно выделить полный и частичный износ ОФ. Если износ полный, то действующие ОФ ликвидируются и заменяются новыми, а частичный износ компенсируется путем ремонта.

Величину физического износа  $\Phi_{ф.и}$  (руб.) можно определить по формуле

$$\Phi_{\text{ф.и}} = \Phi_{\text{п}} \cdot \frac{t}{T_{\text{п.и}}}, \quad (1)$$

где  $\Phi_{\text{п}}$  – первоначальная стоимость ОФ, руб.;

$t$  – количество лет работы ОФ;

$T_{\text{п.и}}$  – период полезного использования ОФ.

Коэффициент физического износа  $K_{\text{ф.и}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{ф.и}} = \Phi_{\text{ф.и}} / \Phi_{\text{п}}. \quad (2)$$

Коэффициент годности  $K_{\text{г}}$  ОФ определяется по формуле

$$K_{\text{г}} = 1 - K_{\text{ф.и}}. \quad (3)$$

По характеру физического износа и периоду обновления ОФ делятся на следующие группы:

а) сооружения высокой прочности – плотины, дамбы, тоннели и т. д. Они медленно изнашиваются, осуществляется их частичный капитальный ремонт через большие промежутки времени;

б) здания, сооружения, машины, у которых изнашиваются отдельные части и периодически восстанавливаются с помощью капитального ремонта;

в) некоторые виды машин (автомобили, тракторы, комбайны и т. д.), части которых по мере износа систематически обновляются и заменяются на новые;

г) некоторые виды сооружений и передаточные устройства (железнодорожные и трамвайные пути, электросети и т. д.), обновление которых происходит непрерывно путем полной замены всех частей;

д) аппаратура, оборудование и инструменты, которые подлежат полной замене по окончании срока службы.

Физический износ, который возникает в процессе работы объекта, называют физическим (или материальным) износом первой формы. Это преобладающий вид физического износа, он обуславливает размер износа, необходимость осуществления ремонтных работ и срок службы объекта. ОФ на предприятиях изнашиваются даже тогда, когда бездействуют.

В данном случае физический износ происходит из-за естественных физико-химических воздействий (физический износ второй формы).

ОФ претерпевают не только физический, но и моральный износ. Моральный износ проявляется в обесценивании ОФ до окончания срока их службы, установленного по физическому износу. Выделяют две формы морального износа в зависимости от его причин.

Моральный износ первой формы обуславливается ростом производительности труда в отраслях, где производятся средства труда. Новые ОФ оказываются более дешевыми, а действующие морально обесцениваются, экономически устаревают.

Величина морального износа первой формы  $\Phi_{\text{м.и}_1}$  определяется по формуле

$$\Phi_{\text{м.и}_1} = \Phi_{\text{п}} - \Phi_{\text{в}}, \quad (4)$$

где  $\Phi_{\text{в}}$  – восстановительная стоимость ОФ, руб.

Коэффициент морального износа первой формы  $K_{\text{м.и}_1}$  определяется по формуле

$$K_{\text{м.и}_1} = \Phi_{\text{м.и}_1} / \Phi_{\text{п}}. \quad (5)$$

Моральный износ второй формы является следствием создания новых, более производительных ОФ. Он обуславливает потерю ОФ потребительской стоимости, что ускоряет необходимость их замены. Чем больше темпы НТП и быстрее внедряются новые ОФ, тем интенсивнее моральный износ второй формы.

Величину морального износа второй формы  $\Phi_{\text{м.и}_2}$  можно определить по формуле

$$\Phi_{\text{м.и}_2} = \Phi_{\text{п.с}} - \frac{\Phi_{\text{п.н}} \cdot Q_{\text{с}}}{Q_{\text{н}}}, \quad (6)$$

где  $\Phi_{\text{п.с}}$ ,  $\Phi_{\text{п.н}}$  – первоначальная стоимость старых и новых ОФ соответственно, руб.;

$Q_c, Q_n$  – производительность старых и новых ОФ соответственно.

Коэффициент  $K_{м.и1,2}$ , характеризующий суммарный моральный износ первой и второй форм, определяется по формуле

$$K_{м.и1,2} = (\Phi_{м.и1} + \Phi_{м.и2}) / \Phi_{п}. \quad (7)$$

Полным моральным износом называется полное обесценивание ОФ, когда их применение убыточно.

Под скрытой формой морального износа подразумевается угроза обесценивания ОФ вследствие утверждения задания на разработку новых, более производительных технических систем.

В процессе использования ОФ происходит физический износ, который может вызывать такое явление, как социальный износ. Величина социального износа ОФ определяется изменением социальных характеристик данных ОФ относительно их общественно нормального уровня. Такое изменение является следствием двух причин:

- 1) физического изнашивания данных ОФ, когда изменяются его социальные характеристики (безопасность, запыленность рабочего места и т. д.);
- 2) изменения уровня общественно нормальных социальных характеристик (ужесточения норм освещенности рабочего места или другие нормы).

В первом случае социальный износ является элементом физического износа и называется социальной формой физического износа. Во втором случае он является частью морального износа и называется социальной формой морального износа. Социальная форма и физического, и морального износа вместе представляет собой понятие «социальный износ» [7].

## **7.2. Эффективность использования технических систем в течение их жизни**

Понятие «эффективность» подразумевает результативность, которая имеет качественную и количественную стороны. Качественная сторона является ее теоретическим отражением. Количественная сторона показывает действие закона экономии времени при достижении цели производства в ходе воспроизводственного процесса.

Воспроизводственный подход ориентируется на регулярное возобновление производства, чтобы удовлетворить потребности рынка с меньшими совокупными затратами на единицу полезного эффекта по сравнению с лучшей аналогичной технической системой на данном рынке.

К элементам воспроизводственного подхода относятся:

- применение опережающей базы сравнения при планировании обновления технических систем;
- трактовка закона экономии времени как экономии суммы прошлого, живого и будущего труда за жизненный цикл технической системы на единицу ее полезного эффекта;
- рассмотрение воспроизводственного цикла выпускаемой, проектируемой и перспективной моделей технических систем в координатах времени и программы выпуска;
- обеспечение пропорционального развития элементов внешней среды для повышения конкурентоспособности.

Первым элементом воспроизводственного подхода является применение опережающей базы сравнения (рис. 5) при планировании обновления объекта, которое основывается на ряде альтернативных подходов.

А. Лучший мировой образец технической системы аналогичного объекта.

Б. Перспективные показатели, которые будут достигнуты к началу производства новой технической системы.

В. Перспективные показатели, которые будут конкурентоспособными в момент выхода технической системы на рынок.

Когда планируют обновление технических систем, то сначала проводят маркетинговые исследования. Выпускаемый образец технической системы имеет параметр  $\Pi_1$ , а лучший образец  $\Pi_2$  (см. рис. 5). Соответственно, в момент времени  $T_1$  отставание выпускаемого образца технической системы от лучшего будет равно  $\Pi_2 - \Pi_1$ . Лучший образец проектировался раньше момента времени  $T_1$ , поэтому его характеристики уже отстают от лучших мировых достижений в данной области, которые зафиксированы в изобретениях, патентах и т. п. Кроме этого, нужно время, чтобы провести исследования стратегического маркетинга ( $T_2$ ), научно-исследователь-

ские работы ( $T_3$ ), осуществить конструкторскую подготовку производства ( $T_4$ ), подготовить технологическую документацию ( $T_5$ ), изготовить ( $T_6$ ) и внедрить ( $T_7$ ) новую техническую систему у потребителя.

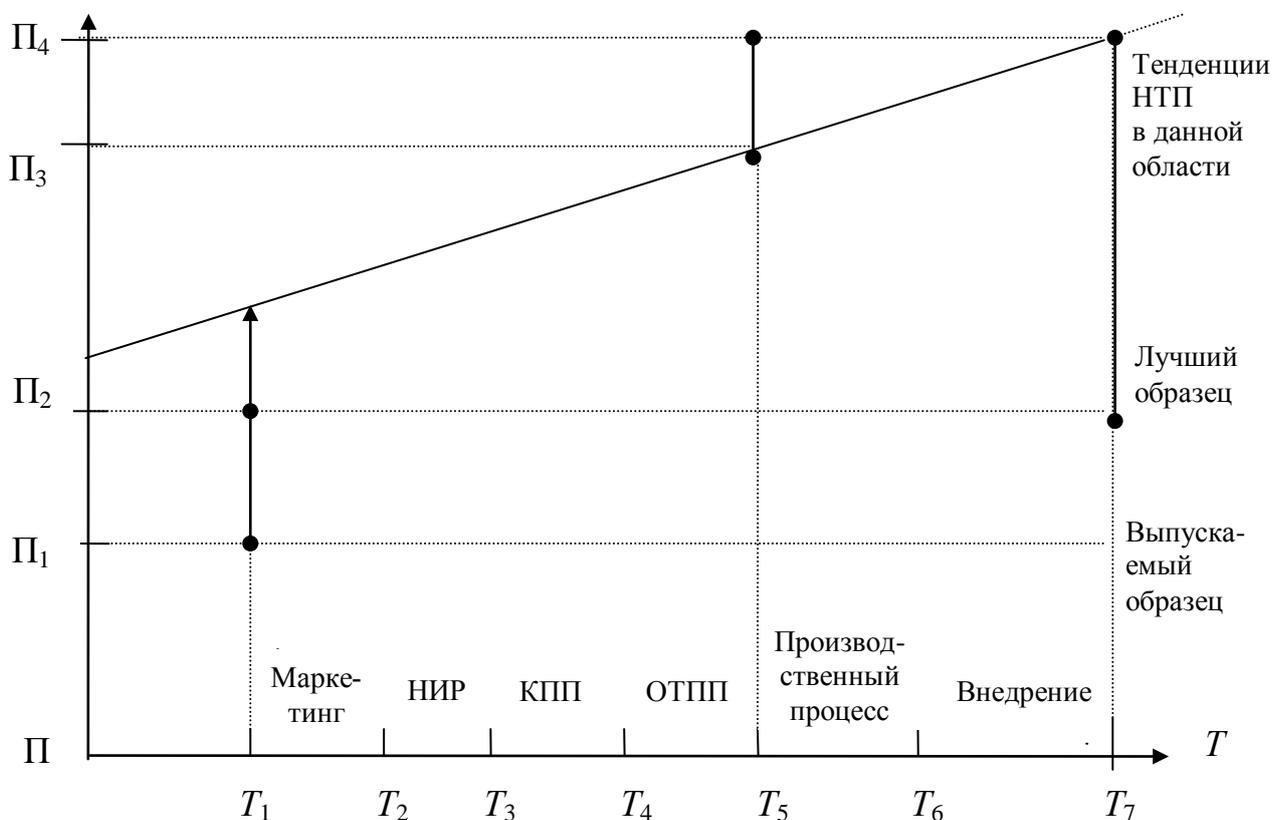


Рис. 5. Применение опережающей базы сравнения

Если параметры выпускаемого образца ориентированы на лучший образец (база сравнения А), то ко времени внедрения нового образца у потребителя ( $T_7$ ), отставание от лучших мировых достижений будет равно  $\Pi_4 - \Pi_2$ . Такая стратегия не обеспечит конкурентоспособности нового образца. Будет только частичное улучшение выпускаемого образца. В настоящее время чаще всего применяется этот подход. Данная стратегия применима при достаточно высоком имидже предприятия или объекта, необходимости улучшения показателей его качества и ограниченности ресурсов на повышение качества.

Ряд организаций ориентированы на перспективные показатели на момент начала освоения нового образца (база сравнения Б) в серийном производстве. В этом случае отставание будет меньше –  $\Pi_4 - \Pi_3$ .

Предприятия, которые ставят себе цель выхода в лидеры на данном рынке с новыми объектами, должны прогнозировать тенденции НТП в данной области (база сравнения В). Такая стратегия применяется известными и новаторскими предприятиями, обладающими большим капиталом, новым оборудованием и т. д.

В целом применение опережающей базы сравнения при планировании воспроизводства технических систем требует высокой квалификации всех работников, мощной научно-экспериментальной базы, большого объема информации, поэтому этот подход может применяться к воспроизводству только приоритетных объектов.

Вторым элементом воспроизводственного подхода является трактовка закона экономии времени как экономии суммы прошлого, живого и будущего труда за жизненный цикл объекта на единицу его полезного эффекта.

Закон экономии времени рассматривается как постоянное снижение себестоимости продукции на единицу потребительской стоимости. Этот подход охватывает только затраты в сфере производства технических систем.

Закон экономии времени представлен в виде формулы

$$\frac{\text{ПТ} + \text{ЖТ} + \text{БТ}}{\text{П}_c} \rightarrow \min, \quad (8)$$

где ПТ – затраты прошлого (овеществленного) труда на производство товара;

ЖТ – затраты живого труда на данной стадии жизненного цикла;

БТ – затраты будущего труда, которые будут осуществляться в будущие периоды;

$\text{П}_c$  – суммарный полезный эффект или отдача от объекта у потребителя.

Сумма прошлого, живого и будущего труда представляет собой совокупный труд за жизненный цикл объекта (совокупные затраты). Доля каждого вида труда в совокупном изменяется динамично. Рассчитываются доли затрат каждого этапа жизненного цикла в совокупных затратах.

На эффективность и конкурентоспособность технических систем оказывают влияние три фактора: себестоимость, качество и затраты у потребителя. Ориентация на потребителя требует уточнения следующих приоритетов:

- сначала нужно повышать качество технических систем;
- потом снижать затраты у потребителя за счет высокого качества;
- в последнюю очередь нужно снижать себестоимость объектов.

Третьим элементом воспроизводственного подхода является рассмотрение во взаимосвязи воспроизводственного цикла выпускаемой, проектируемой и перспективной моделей объекта в координатах времени и программы выпуска.

Воспроизводство технических систем можно охарактеризовать при имеющихся данных о структуре жизненного цикла объектов и сменяемости выпускаемой, проектируемой и перспективной моделей.

Сущность данного элемента воспроизводственного подхода заключается в том, что программа выпуска перспективной модели должна быть больше программы выпуска проектируемой модели, которая, в свою очередь, должна быть больше программы выпускаемой модели объекта согласно закону развития.

Для сохранения объема прибыли на необходимом уровне рекомендуют последовательный переход с одной модели технических систем на другую. Одновременно выпускают как старую, так и новую модели технических систем примерно в одинаковых количествах. Далее постепенно увеличивают выпуск новой модели и уменьшают выпуск старой. При этом рекомендуют построить график перехода с одной модели технической системы на другую во времени.

Четвертым элементом воспроизводственного подхода является обеспечение пропорционального развития элементов внешней среды.

Жизненный цикл любой технической системы начинается с маркетинговых исследований. Прежде чем планировать производство новых объектов, необходимо прогнозировать развитие потребительских предпочтений. Если предприятие выходит на рынок с новым объектом, то нужно проводить соответствующую работу, чтобы эта техническая система была принята потребителем, т. е. необходимо развитие рынка. Этот элемент воспроизводственного подхода реализован в маркетинговой политике предприятия [15].

### 7.3. Показатели эффективности производства

Эффективность производства является ключевой категорией экономики, связанной с достижением целей предприятия. В общем виде экономическая эффективность производства представляет собой соотношение результатов хозяйственной деятельности и затрат. Сущность проблемы повышения экономической эффективности состоит в увеличении результатов в денежном выражении на каждую единицу затрат.

Каждое предприятие использует любые оценки эффективности собственного производства. Определение эффективности производства берет начало с установления критериев эффективности, т. е. основного признака оценки эффективности. Количественным критерием эффективности является годовая норма прибыли на вложенный капитал, приведенная в формуле

$$E = \frac{П}{К} \cdot 100 \% = \frac{Ц - С}{К} \cdot 100 \% , \quad (9)$$

где  $E$  – годовая норма прибыли на вложенный капитал, руб.;

$П$  – годовая чистая прибыль, руб.;

$К$  – капитал, обеспечивающий прибыль, руб.;

$С$  – полная себестоимость годового выпуска технических систем, руб.;

$Ц$  – годовой объем выпуска в продажных ценах, руб.

Другим методом оценки эффективности является метод рентабельности, к которому относятся показатели общей рентабельности, фондоотдачи, фондоемкости, рентабельности продаж (оборота), рентабельности основного или собственного капитала.

Одним из основных показателей эффективности является объем продаж технических систем, по которому судят о масштабах деятельности предприятия. Анализ объема продаж за ряд лет дает представление о темпах роста производства данной техники [7].

## **7.4. Факторы развития предприятия в процессе производства технических систем**

На эффективность работы предприятия влияют разные факторы, которые можно классифицировать по определенным признакам.

В зависимости от направленности действия различают позитивные и негативные факторы. В зависимости от места возникновения факторы классифицируются на внутренние и внешние. Все внутренние факторы можно разделить на объективные и субъективные.

Экономическое развитие производства предприятий в долгосрочном периоде может характеризоваться как интенсивное и экстенсивное (регрессивное). В рыночных условиях необходима интенсификация производства.

К факторам интенсивного развития предприятия относятся:

- научно-технический прогресс;
- режим экономии, который определяется ресурсосбережением и улучшением использования ОФ;
- совершенствование структуры экономики за счет инновационной и инвестиционной политики государства и предприятий;
- организационно-экономические факторы, совершенствование рациональных форм организации производства;
- производственная социальная инфраструктура, совершенствование управления, планирования и т. д.

К экстенсивным факторам развития предприятий относятся:

- рост нового строительства;
- рост числа занятых работников;
- увеличение добычи природных ресурсов [15].

### **Вопросы для обсуждения**

1. Что такое износ? Виды износа.
2. Дайте определение физического износа. От каких факторов он зависит? По какой формуле определяется?
3. Что такое коэффициент годности? Дайте характеристику.
4. Назовите виды морального износа и причины, его вызывающие.

5. Как определяются и что характеризуют коэффициенты физического и морального износа первого и второго вида?
6. Как зависит продолжительность жизненного цикла технических систем от их физического и морального износа?
7. Что такое экономическая эффективность и экономический эффект? В чем разница в этих понятиях?
8. В чем сущность воспроизводственного подхода к обновлению технических систем?
9. Какие элементы воспроизводственного подхода вы знаете? Дайте им краткую характеристику.
10. Что означает «использование опережающей базы сравнения»?
11. Как связаны между собой понятия «закон экономии времени» и «жизненный цикл технической системы»?

### **Темы докладов \***

1. Износ и годность технических систем.
2. Зависимость износа и жизненного цикла технических систем.
3. Темпы НТП и моральный износ технических систем.
4. Изменения экономической эффективности использования технических систем в течение их жизненного цикла.
5. Экономический эффект и эффективность НТП.
6. Применение опережающей базы сравнения при планировании обновления объекта технической системы.
7. Воспроизводственный подход и его использование при обновлении объектов технических систем.
8. Закон экономии времени при воспроизводстве новых объектов технических систем.
9. Использование маркетинговой политики предприятия при воспроизводстве новых технических систем.

---

\* Доклад на выбранную тему должен сопровождаться презентацией, выполненной с помощью программного обеспечения Microsoft Office.

## Индивидуальное задание

Опишите физический и моральный износ известной вам технической системы, определите форму износа, охарактеризуйте факторы, вызвавшие этот износ.

### Практические задания

1. Определите первоначальную, остаточную и восстановительную стоимость оборудования по следующим данным.

Четыре года назад предприятием был приобретен прибор по цене 6 040 у. е. Затраты на транспортировку и монтаж составили 15 % от цены. Норма амортизации – 18 %. Цена аналогичного прибора на 01.01 текущего года составила 10 300 у. е.

2. Определите первоначальную, остаточную и восстановительную стоимость оборудования по следующим данным.

Новое оборудование было приобретено три года назад по цене 8 570 руб. Затраты на транспортировку и монтаж составили 1 550 руб. Норма амортизации – 15 %. Стоимость оборудования в ценах данного года – 14 000 руб.

3. Определите коэффициент обновления, выбытия и прироста технического оборудования предприятия, если его стоимость на начало года составила 5 600 тыс. руб., в течение года было введено оборудование в размере 15 % от стоимости на начало года, а выведено – 5 %.

4. Определите процент и стоимость физического износа прибора в течение срока его эксплуатации на предприятии, если его годовой износ составляет 11,5 %, амортизация начисляется линейным методом. Определите физический износ за весь срок службы прибора и заполните табл. 3. Изобразите на графике зависимость годности оборудования от срока его эксплуатации.

5. Определите стоимость физического износа, процент износа, процент годности и остаточную стоимость перечисленных технических систем, заполните табл. 4.

Таблица 3

## Показатели физического износа прибора

Номер года службы прибора	Стоимость прибора, руб.	Стоимость физического износа, руб.	Остаточная стоимость, руб.	Коэффициент физического износа, %	Коэффициент годности, %
1	279 000				
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Таблица 4

## Показатели физического износа технических систем

Название технической системы	Стоимость на начало года, руб.	Годовой процент амортизационных отчислений, %	Количество лет эксплуатации	Стоимость физического износа, руб.	Коэффициент физического износа, %	Коэффициент годности, %	Стоимость на конец года, руб.
Микроскоп	7 000	16,0	2				
Зрительная труба	21 000	18,0	1				
Телескоп	10 000	20,0	3				
Бинокль	5 500	24,0	2				
Лупа на штативе	8 000	24,0	2				
Портативный микроскоп	15 000	18,0	2				
Монокюльяр	9 000	22,0	3				
Ночной прицел	42 000	12,5	2				
Астрономический бинокль	24 000	14,0	2				
Лазерный дальномер	212 000	9,5	1				
Нивелир	69 000	14,5	2				
Теодолит	54 000	14,5	2				
Прицел ночного видения	162 000	16,0	2				

6. Цена прибора составляет 82 300 руб., затраты на транспортировку и монтаж – 7 500 руб. Годовой процент амортизационных отчислений – 12 %. Прибор эксплуатируется в течение трех лет. Цена аналогичного прибора в настоящий момент времени составляет 94 000 руб., а его производительность выше на 12 %. Определите, о каком виде морального износа идет речь. Рассчитайте величину морального и физического износа, остаточную первоначальную и остаточную восстановительную стоимости оборудования.

### *Методические рекомендации*

В процессе выполнения практических заданий необходимо изучить теоретический материал по теме и, используя основную и дополнительную литературу, решить задания. Решения должны быть подтверждены теоретическими ответами.

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 8.1. Тестовые задания

1. Система – это:

- а) комплекс элементов, находящихся во взаимодействии;
- б) любая совокупность переменных, свойственных реальной логике;
- в) отображение входов и состояний объекта в выходных состояниях объекта;
- г) все ответы верны.

2. По происхождению системы бывают:

- а) реальные и абстрактные;
- б) естественные и искусственные;
- в) идеальные и концептуальные;
- г) гомогенные и гетерогенные.

3. Эргатической называется система, если:

- а) она является абстрактной совокупностью операций;
- б) она представляет собой материальную систему, которая решает задачи по программам, составленным человеком;
- в) она является человеко-машинной системой;
- г) нет правильных ответов.

4. Техническая система – это:

- а) некая совокупность операций с соответствующими аппаратно-техническими устройствами или инструментами;
- б) совокупность экономических отношений;
- в) совокупность элементов, обеспечивающих координацию действий, нормальное функционирование и развитие основных функциональных элементов объекта;
- г) материальный объект, вещественный продукт инженерно-производственной деятельности.

5. *Большая и сложная система определяется:*

- а) количеством элементов и сложностью отношений между ними;
- б) наличием больших потоков информации и функциональных зависимостей;
- в) все ответы верны;
- г) нет правильных ответов.

6. *Эмерджентность – это:*

- а) мультипликативный эффект при однонаправленных действиях;
- б) изменение в каждой части зависит только от самой этой части;
- в) возникновение в системе новых интегральных качеств, не свойственных ее компонентам;
- г) стремление системы к состоянию со все более зависимыми элементами.

7. *Синергизм – это:*

- а) мультипликативный эффект при однонаправленных действиях;
- б) изменение в каждой части зависит только от самой этой части;
- в) возникновение в системе новых интегральных качеств, не свойственных ее компонентам;
- г) стремление системы к состоянию со все более зависимыми элементами.

8. *Сущность «принципа Парето» заключается в том, что:*

- а) устойчивость всей системы зависит от наиболее слабых элементов в системе;
- б) любой объект окружающего мира принадлежит в качестве элемента одновременно многим системам;
- в) при внешнем возмущении, нарушающем условие равновесия, в системе развиваются противоположно действующие процессы;
- г) 20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий – лишь 20 % результата.

9. *Под жизненным циклом системы понимают:*

- а) стадии процесса, охватывающие различные состояния системы начиная с ее вывода из эксплуатации;
- б) стадии процесса, охватывающие различные состояния системы начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая ее полным выводом из эксплуатации;

в) стадии процесса, охватывающие различные состояния системы начиная с момента производства системы и заканчивая ее полным выводом из эксплуатации;

г) стадии процесса, охватывающие различные состояния системы начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая ее производством.

*10. Эквивиальность – это:*

а) способность системы достигать определенного состояния, которое не зависит ни от времени, ни от ее начальных условий, а определяется исключительно ее параметрами;

б) схождение, сближение, взаимовлияние, взаимопроникновение между системами или между разными элементами внутри одной системы;

в) система, у которой вес, объем, ненадежность, потребление ресурсов стремятся к нулю;

г) рассогласование темпов выполнения функций элементами.

*11. Стадия НИР жизненного цикла системы начинается :*

а) с заключения договора на проведение исследований;

б) комплектации групп оценки проектов;

в) утверждения ТЗ;

г) продажи первого серийного образца изделия.

*12. Жизненный цикл любого технического объекта включает следующие стадии:*

а) концептуальное проектирование, техническое проектирование, производство и эксплуатация;

б) техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочий проект;

в) изготовление, комплектование, упаковка и складирование;

г) внедрение в эксплуатацию, целевое применение, модернизация и утилизация.

*13. Стадия, на которой процесс проектирования системы для реализации функций, сформулированных в концепции системы, в физическое воплощение называется:*

а) стадией постразработки;

б) стадией технической разработки;

- в) стадией разработки концепции;
- г) стадией изготовления.

*14. Формы представления моделей бывают:*

- а) физические и вербальные;
- б) все ответы верны;
- в) моральные и психологические;
- г) графические и знаковые.

*15. Структурно-функциональное моделирование представляет собой:*

- а) мысленный эксперимент на основе практического опыта работников;
- б) моделями являются схемы, графики и т. п., дополненные специальными правилами их объединения и преобразования;
- в) построение модели осуществляется средствами математики и логики;
- г) алгоритм функционирования объекта, реализованный в виде программного комплекса для компьютера.

*16. Математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений – это:*

- а) метод решения задачи анализа или синтеза объекта;
- б) алгоритм функционирования объекта;
- в) прогноз некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных;
- г) метод анализа иерархий.

*17. Процесс создания прототипа новой системы, удовлетворяющей предъявляемым к ней требованиям, называется:*

- а) модернизация;
- б) проектирование;
- в) реконструкция;
- г) эксплуатация.

*18. Документ, который содержит основные технические требования к создаваемой системе и служит основанием для проектирования, называется:*

- а) техническое задание;
- б) техническое предложение;
- в) эскизный проект;
- г) требования к проектированию технической системы.

*19. К свойствам технических систем относят:*

- а) надежность;
- б) транспортабельность;
- в) безопасность;
- г) нет верных ответов.

*20. В состав проектной документации в общем случае входят:*

- а) конструкторская и технологическая документация;
- б) программная и эксплуатационная документация;
- в) нет верного ответа;
- г) все ответы верны.

*21. К экономическим факторам государственного регулирования, способствующим созданию новых технических систем, относят:*

- а) проведение налоговой политики и политики ценообразования;
- б) развитие лизинга наукоемкой продукции;
- в) содействие повышению квалификации кадров;
- г) охрану прав и интересов субъектов инновационной деятельности.

*22. SWOT-анализ подразумевает:*

- а) разработку стратегии предприятия на основе анализа сильных и слабых сторон его деятельности;
- б) разработку стратегии предприятия на основе анализа внешних угроз и возможностей;
- в) разработку стратегии на основе финансирования госзаказа;
- г) разработку стратегии предприятия на основе анализа его сильных и слабых сторон, а также внешних угроз и возможностей.

*23. К возможностям для предприятия, которые ему дает внешняя среда, относятся:*

- а) благоприятная внешнеэкономическая политика;
- б) рост безработицы;
- в) конкуренция на внешнем рынке;
- г) политическая нестабильность.

*24. Долгосрочный прогноз разрабатывается :*

- а) на срок до 1 года;
- б) срок 10–15 лет;
- в) срок от 2 до 5 лет;
- г) срок 50 лет и больше.

*25. К экспертным методам прогнозирования относятся:*

- а) метод Дельфи;
- б) метод «мозгового штурма»;
- в) метод программного прогнозирования;
- г) все ответы верны.

*26. Критический риск влечет за собой:*

- а) потерю прибыли;
- б) потерю выручки;
- в) потерю имущества предприятия;
- г) потерю конкурентоспособности.

*27. Изменение механических, физических и других свойств материальных объектов называется:*

- а) физический износ;
- б) моральный износ 1-го вида;
- в) моральный износ 2-го вида;
- г) амортизация.

*28. Следствие создания новых, более производительных и экономичных технических систем называется:*

- а) физический износ;
- б) моральный износ 1-го вида;
- в) моральный износ 2-го вида;
- г) амортизация.

*29. Применение опережающей базы сравнения при планировании обновления технической системы базируется:*

- а) на лучшем мировом образце аналогичного объекта;
- б) перспективных показателях, которые будут достигнуты к началу производства нового объекта;
- в) перспективных показателях, которые будут конкурентоспособными в момент выхода объекта на рынок;
- г) нет правильного ответа.

*30. Показателями эффективности производства являются:*

- а) производительность труда;
- б) размер кредита;
- в) рентабельность производства;
- г) заработная плата персонала.

## 8.2. Темы рефератов

1. Понятие системы и ее интерпретация для технических объектов.
2. Влияние законов развития на технические системы.
3. Значение понятия «жизненный цикл технической системы» в ее развитии.
4. Диагностика этапа жизненного цикла технической системы.
5. Маркетинговые исследования рынка технических систем.
6. Генерация идей создания технических систем и их фильтрация.
7. Техническая и экономическая экспертиза проектов создания новых технических систем.
8. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы при создании новых технических систем.
9. Подготовка производства новых технических систем на предприятии-изготовителе.
10. Производство и сбыт разработанных технических систем.
11. Эксплуатация технических систем.
12. Утилизация технических систем.
13. Цели и задачи этапов проектирования новых технических систем.
14. Зависимость времени полезной жизни и времени проектирования технических систем.
15. Сущность и применение моделей жизненного цикла технических систем.
16. Методы моделирования жизненного цикла технических систем и их использование на практике.
17. Использование метода «дерево» для определения этапа жизненного цикла технических систем.
18. Роль системного анализа при прогнозировании жизненного цикла технических систем.
19. Модернизация и реконструкция технических систем.
20. Состав проектной документации при проектировании новых технических систем.
21. Проведение испытаний при создании новых технических систем.
22. Влияние научно-технического прогресса на создание новых технических систем.

23. Использование SWOT-анализа для диагностики этапа жизненного цикла технических систем.

24. Экспертные методы прогнозирования и их преимущества при определении этапа жизненного цикла технических систем.

25. Виды рисков и их оценка на каждом этапе жизненного цикла технических систем.

26. Влияние износа на продолжительность жизненного цикла технических систем на каждом его этапе.

27. Методические аспекты определения экономической эффективности на каждом этапе жизненного цикла технических систем.

### *Методические рекомендации*

Объем реферата должен составлять 15–20 страниц формата А4 (шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал 1,5). При оформлении реферата обучающимся следует соблюдать требования методических указаний СТО СГУГиТ 2.11–2017, размещенных на сайте СГУГиТ: <http://sgugit.ru/>.

### **8.3. Контрольные вопросы**

1. Расскажите о предмете, методе и содержании курса «Жизненный цикл технических систем».

2. Дайте определение понятию «система», расскажите о видах систем.

3. В чем сущность законов развития систем?

4. В чем сущность понятия «жизненный цикл технической системы»?

5. Каковы этапы жизненного цикла технических систем?

6. Что представляет собой моделирование жизненного цикла технической системы?

7. Каким образом осуществляется анализ иерархии систем?

8. Что представляет собой метод «дерево»?

9. В чем сущность системного анализа как инструмента для прогнозирования жизненного цикла технических систем (инноваций)?

10. Как необходимо формировать требования к технической системе и в чем сущность макропроектирования?
11. Что представляет собой внутреннее проектирование (микропроектирование)?
12. В чем сущность, содержание и задачи подготовки производства?
13. В чем сущность организации научно-исследовательских работ и конструкторской подготовки производства?
14. Каковы содержание и этапы научно-исследовательских работ?
15. Как можно охарактеризовать опытно-конструкторские работы?
16. В чем сущность организации конструкторской подготовки производства?
17. Каковы содержание и основные этапы технологической подготовки производства?
18. Каковы содержание и основные стадии организационной подготовки производства?
19. В чем сущность процесса освоения новой продукции и принципов его организации?
20. В чем сущность стадии испытаний?
21. Что включает в себя стадия серийного производства?
22. Что происходит на стадии эксплуатации технической системы?
23. В чем заключается содержание стадии консервации?
24. В чем сущность стадии модернизации?
25. Какие факторы внешней и внутренней среды влияют на жизненный цикл технических систем (инноваций)?
26. Как влияет НТП на жизненный цикл технических систем (инноваций)?
27. Каковы направления и методы анализа факторов внешней и внутренней среды технической системы (инновации)?
28. В чем сущность прогнозирования продолжительности жизненного цикла технических систем? Каковы методы прогнозирования и условия их использования?
29. В чем сущность неопределенности и риска при принятии управленческих решений по вопросам жизненного цикла технических систем (инноваций)?

30. Что представляет собой износ технических систем (инноваций)?  
Как можно определить его стоимостную оценку?

31. Что представляют собой формы износа и как они влияют на жизненный цикл технических систем?

32. Какая зависимость между формой износа и стоимостью износа?

33. Как определяется эффективность использования технических систем (инноваций) в течение их жизненного цикла?

34. Как осуществляются анализ и оценка научных достижений?

35. Как осуществляется процесс управления предприятием на различных этапах жизненного цикла технических систем (инноваций)?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для целей инновационного роста экономики необходимы развитие науки и техники, а также ориентация производства на тенденции научно-технического прогресса. При этом важно не забывать о времени, которое затрачивается на подготовку производства новых технических систем.

Сокращение времени на предпроизводственную стадию жизненного цикла технических систем позволит существенно увеличить эффективность и прибыль предприятия. Эти вопросы можно решить с помощью регулирования времени на научную, конструкторскую, технологическую и организационную подготовку производства. Управление жизненным циклом технических систем позволяет продлить стадию эксплуатации новой технической системы на рынке.

На жизненный цикл технических систем оказывает влияние множество факторов внешней среды. Поэтому необходимо рассматривать любую техническую систему во взаимодействии с внешней средой: поставщиками, потребителями, конкурентами и т. п., а также с факторами ее косвенного влияния: экономическими, технологическими, культурными, социально-демографическими и др.

При изучении жизненного цикла технических систем необходимо учитывать ряд экономических показателей, физический и моральный износ, т. е. показатели годности техники в процессе ее эксплуатации у потребителя.

В данном учебно-методическом пособии рассматриваются этапы жизненного цикла технических систем и возможности повышения экономической эффективности новой техники путем регулирования времени и затрат на прохождение этих этапов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксенов К. А., Гончарова Н. В., Аксенова О. П. Моделирование и принятие решений в организационно-технических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. – 2-е изд., стер. – М. : Флинта, 2018. – 104 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/962577>.
2. Аксенов К. А., Гончарова Н. В., Аксенова О. П. Моделирование и принятие решений в организационно-технических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. – 2-е изд., стер. – М. : Флинта, 2018. – 104 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/962577>.
3. Антонов А. В. Системный анализ [Электронный ресурс] : учебник. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 366 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544591>.
4. Батоврин В. К., Королев А. С. Управление жизненным циклом технических систем на основе современных стандартов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – М. : НИЯУ МИФИ, 2016. – 92 с. – Режим доступа : <https://e.lanbook.com/book/119498>.
5. Бессонов Б. Н. История и философия науки : учеб. пособие для магистров. – М. : Юрайт, 2015. – 394 с.
6. Бухалков М. И. Организация производства на предприятиях машиностроения [Электронный ресурс] : учебник. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 511 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/181443>.
7. Гарнов А. П., Хлевная Е. А., Мыльник А. В. Экономика предприятия : учебник для бакалавров, допущено УМО / ред. А. П. Гарнов, 2014. – 302 с.
8. Корчевская О. В. Системный анализ : учебное пособие для студентов направлений 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» профиля подготовки «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», 09.03.02 «Информационные системы и технологии» профиля подготовки «Информационные системы и технологии в промышленности», 09.03.04 «Программная инженерия» профиля

подготовки «Разработка программно-информационных систем» очной и заочной форм обучения. – Красноярск : СибГТУ, 2016. – 114 с.

9. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1314>.

10. Попов В. Н., Касьянов В. С., Савченко И. П. Системный анализ в менеджменте : учеб. пособие / ред. В. Н. Попов. – М. : КНОРУС, 2016. – 304 с.

11. Радиевский М. В. Организация производства: инновационная стратегия устойчивого развития предприятия [Электронный ресурс] : учебник. – М. : ИНФРА-М, 2009. – 377 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/172534>.

12. Родчанин Е. Г., Колесников В. И. Философия для технических вузов (исторический и систематический курс) : учебник : Рекомендовано НМС Минобрнауки. – 2-е изд. – М. : Дашков и К, 2010. – 429 с.

13. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебник – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 592 с. – Режим доступа: <http://znanium.com>.

14. Организация производства и управление предприятием [Электронный ресурс] : учебник / О. Г. Туровец, В. Б. Родионов и др. ; под ред. О. Г. Туровеца – 3-е изд. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 506 с. – Режим доступа: <http://znanium.com>.

15. Фатхутдинов Р. А. Организация производства [Электронный ресурс] : учебник. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 544 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/255791>.

16. Романов В. Н. Системный анализ для инженеров : монография. – СПб. : СЗГЗТУ, 2006. – 186 с.

*Учебное издание*

**Грицкевич Ольга Владимировна**

**Шабурова Аэлита Владимировна**

# **ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Редактирование и компьютерная верстка

*Е. М. Федяевой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 30.12.2019. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 6,58. Тираж 65 экз. Заказ 220.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.