

Н. П. Терешина, В. А. Подсорин

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Учебник

Рекомендовано

*Учебно-методическим объединением по образованию
в области железнодорожного транспорта и транспортного строительства
в качестве учебника при подготовке бакалавров,
обучающихся в высших учебных заведениях железнодорожного транспорта
по направлениям 080100 «Экономика» и 080200 «Менеджмент»*

Рекомендовано

*ФГАУ «Федеральный институт развития образования»
к использованию в образовательных учреждениях,
реализующих образовательные программы высшего профессионального образования
по направлениям подготовки 080100 «Экономика» и 080200 «Менеджмент»*

 **Вега-
Инфо**
Москва • 2012

УДК 656.2:001.76

ББК 39.2

Т35

Получена положительная рецензия
уполномоченного базового учреждения ФГАУ «ФИРО» № 016 от 26 января 2012 г.

А в т о р ы:

доктор экономических наук, профессор *Н. П. Терешина*
(предисловие, гл. 1, 2, 5, 6, глоссарий);

кандидат экономических наук, доцент *В. А. Подсорин*
(гл. 3, 4, 6, приложения, глоссарий)

Р е ц е н з е н т ы:

заведующий отделом транспорта ВИНТИ РАН,
Заслуженный деятель науки и техники РФ,
доктор технических наук, профессор *С. М. Резер*;

заведующий кафедрой «Мировая экономика»
Российского университета кооперации,
доктор экономических наук, профессор *Е. Ф. Авдокушин*

Терешина Наталья Петровна

Т35 Управление жизненным циклом технических систем на
железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / Н. П. Терешина,
В. А. Подсорин. – М.: Вега-Инфо, 2012. – 230 с.
ISBN 978-5-91590-015-7

В учебнике обобщены и систематизированы объективные закономерности развития и функционирования систем, основные технологические уклады развития железнодорожного транспорта в разрезе основных отраслевых хозяйств, общие положения использования концепции управления жизненным циклом в деятельности компании, инструментарий информационной поддержки жизненного цикла изделия, определена роль инвестиций в развитии систем, приведены основные методы оценки эффективности капитальных вложений, комплексная методика оценки стоимости жизненного цикла с учетом экономической ответственности разработчиков, производителей и поставщиков за несоблюдение параметров стоимости, методические подходы к оценке стоимости жизненного цикла и классификация затрат при определении отдельных элементов затрат, выделены маркетинговые принципы управления жизненным циклом изделия, определены основные направления повышения конкурентоспособности технических систем в разрезе основных стадий жизненного цикла, рассмотрены основные элементы новой системы управления ресурсами, рисками и анализом надежности на этапах жизненного цикла, применяемой на железнодорожном транспорте.

Учебник рекомендован для подготовки бакалавров по направлениям «Экономика» и «Менеджмент», в том числе по профилям «Экономика предприятий и организаций» и «Управление технологическими инновациями».

ББК 39.2

© Н. П. Терешина, В. А. Подсорин, 2012

© ООО «Вега-Инфо», 2012

ISBN 978-5-91590-015-7

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
ГЛАВА 1. Объективные закономерности развития и функционирования систем – основа концепции жизненного цикла	9
§ 1.1. Закономерности развития систем и их использование для целей управления.....	9
§ 1.2. Теоретические основы функционирования систем	20
§ 1.3. Технологические уклады развития и особенности жизненного цикла систем железнодорожного транспорта.....	24
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>37</i>
ГЛАВА 2. Концепция жизненного цикла в управлении.....	38
§ 2.1. Общие положения концепции жизненного цикла систем.....	38
§ 2.2. Технологии непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделия (CALIS-технологии).....	41
§ 2.3. Проектное управление – форма реализации концепции жизненного цикла систем.....	48
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>55</i>
ГЛАВА 3. Экономический анализ инвестиционной деятельности.....	56
§ 3.1. Роль инвестиций в развитии систем.....	56
§ 3.2. Задачи анализа инвестиционной деятельности.....	61
§ 3.3. Методы оценки эффективности инвестиций.....	65
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>77</i>
ГЛАВА 4. Управление жизненным циклом систем на принципах маркетинга	78
§ 4.1. Маркетинговая деятельность на этапах жизненного цикла	78
§ 4.2. Факторы конкурентоспособности технических систем железнодорожного транспорта на этапах жизненного цикла ...	90
§ 4.3. Экономический механизм взаимодействия разработчиков, поставщиков и потребителей технической системы в течение жизненного цикла	106
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	<i>112</i>
ГЛАВА 5. Комплексная оценка стоимости жизненного цикла технических систем железнодорожного транспорта.....	113
§ 5.1. Методические подходы к оценке стоимости жизненного цикла.....	113

§ 5.2. Классификация затрат при определении стоимости жизненного цикла.....	118
§ 5.3. Оценка влияния показателей надежности на стоимость жизненного цикла технических систем	128
§ 5.4. Оценка экономической ответственности разработчиков, производителей и поставщиков за несоблюдение параметров стоимости жизненного цикла...145	
§ 5.5. Проблемы оценки стоимости жизненного цикла сложных технических систем железнодорожного транспорта.....	153
<i>Контрольные вопросы и задания.....</i>	<i>155</i>
ГЛАВА 6. Комплексное управление ресурсами, рисками и анализ надежности на этапах жизненного цикла технических систем ...	156
§ 6.1. Механизм управления ресурсами, рисками и анализа надежности технических систем	156
§ 6.2. Система показателей надежности и безопасности в механизме управления ресурсами, рисками и анализа надежности	160
§ 6.3. Основные факторы, влияющие на надежность и безопасность технической системы	164
§ 6.4. Характеристика и оценка риска в механизме управления ресурсами, рисками и анализа надежности.....	167
§ 6.5. Обеспечение полноты безопасности технической системы	175
§ 6.6. Показатели надежности и безопасности в системе оценки жизненного цикла технической системы.....	178
§ 6.7. Обеспечение функциональной безопасности объектов железнодорожного транспорта в системе управления ресурсами, рисками и анализа надежности на этапах жизненного цикла	182
§ 6.8. Информационные технологии и инструментальные средства комплексного управления ресурсами, рисками и анализа надежности на этапах жизненного цикла	193
<i>Контрольные вопросы и задания.....</i>	<i>197</i>
Глоссарий.....	199
Рекомендуемая литература	210
Приложение 1. Жизненный цикл организации.....	213
Приложение 2. Расчет стоимости жизненного цикла	216
Приложение 3. Задачи, выполняемые на этапах жизненного цикла технической системы железнодорожного транспорта	225
Приложение 4. Распределение ответственности за обеспечение надежности и безопасности на протяжении жизненного цикла	228

ПРЕДИСЛОВИЕ

Тенденции последних 10 лет, которые вплоть до финансового кризиса, ударившего в конце 2008 г., можно уверенно назвать экономическим ростом, не привели к наращиванию позиций высокотехнологичных производств в экономике. Относительные показатели указывают, во-первых, на отсутствие опережающего роста инновационных производств по отношению к росту экономики, во-вторых, на оставшуюся незначительной их долю в экономике. Действительно, показатели наукоемкости экономики, доли инновационно-активных предприятий, доли затрат на инновации и выпуска инновационной продукции в общем объеме товаров и услуг, производимых в экономике, остаются на протяжении 2000–2010 гг. почти неизменными и довольно низкими.

Так, наукоемкость экономики (доля НИОКР в валовой добавленной стоимости) в указанный период колебалась в пределах 1,22–1,57%, удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, составил 8,8–10%, затраты на технологические инновации и доля выпуска инновационной продукции не выходили за пределы соответственно 1,4–1,8 и 4,1–5,3%. Физический прирост инновационной продукции характеризовался неустойчивыми, «рваными» темпами — со взлетами до +29,8% и падениями до –14,2%. Это показывает, что инновационная стратегия продолжает оставаться для большинства предприятий скорее пробной, нежели базовой.

Вместе с тем можно отметить и ряд позитивных тенденций. В первую очередь, это касается экспорта инновационной продукции. За 10 лет доля экспорта инновационной продукции в общем объеме экспорта выросла более чем в 3 раза. С точки зрения вклада в экспортный потенциал эта доля невелика, однако она демонстрирует, что внутри инновационного сектора сохраняется и развивается группа конкурентоспособных на мировом рынке производств. Важен и другой факт: российскими производителями экспортируется 25–30% собственной инновационной продукции, что является довольно высоким показателем.

Основным поставщиком экспортной высокотехнологичной продукции по-прежнему остается оборонно-промышленный комплекс. Большую часть (60–70%) в высокотехнологичном экспорте составляет продукция авиакосмической промышленности, на втором месте — экспорт телекоммуникационного оборудования, оптических приборов, медицинской техники. Более 90% составляет экспорт в страны дальнего зарубежья. Доля экспорта высокотехнологичных услуг пока весьма незначительна: например, на консалтинговые услуги в сфере информационных технологий приходится 0,3–0,5% от общего объема экспортируемых товаров и услуг.

Говоря о положительных тенденциях в развитии инновационного сектора, следует также отметить, что в России существуют региональные кластеры с гораздо более высоким, чем по стране в целом, уровнем наукоемкости. По стандартам ОЭСР, к наукоемким или высокотехнологичным (*high-tech*) принято относить производства с долей затрат на НИОКР в объеме отгруженной продукции не ниже 3,5%. С этой точки зрения средние по России показатели лишь подтверждают очевидный факт доминирования ресурсо- и капиталоемких производств. Однако индексы наукоемкости, рассчитанные для отдельных региональных экономик (доля НИОКР в ВРП), свидетельствуют, что далеко не вся Россия является «низкотехнологичной». Так, в период 2000–2008 гг. индекс наукоемкости экономики Санкт-Петербурга находился в диапазоне 3,6–4,8%, Московской области – в диапазоне 3,2–5,0%, Нижегородской – 4,2–5,4%, Калужской – 2,8–4,0%, Ульяновской – 2,6–3,3%. Наукоемкость экономики Москвы оказалась не так высока – 2,0–2,7%.

Для сравнения: наукоемкость автомобильной промышленности США составляет в среднем 3,5–4,5%, электронной промышленности и приборостроения – 8–10%. А в таких отраслях, как топливная, пищевая, легкая промышленность, индекс наукоемкости не поднимается выше 0,5–0,7%. Если сравнивать с СССР, то в 1980-х гг. индекс наукоемкости в приборостроении составлял около 6,4%, в электротехнической промышленности – 4,2%, в автомобилестроении не превышал 0,4%.

Целевой задачей нашей отрасли является создание единой транспортной системы страны, обладающей максимальной пропускной способностью транспортных сетей и достаточной перевозочной способностью транспортных средств, обеспечивающей потребности общества в транспортных услугах при минимизации нагрузки на окружающую среду. Такая задача, направленная на удовлетворение потребностей всего общества, поставлена впервые и в нашем обществе, и за рубежом. Она качественно отличается от существующих ранее, так как отражает интересы всего общества, а не людей, представляющих интересы того или

иного общественного слоя, отрасли экономики или вида транспорта. Поставленная цель направлена на создание системы интегрального использования всех видов транспорта в достижении общей цели и не предусматривает стихийного развития отдельных видов транспорта до монопольного состояния.

Решение современных экономических проблем функционирования транспортной отрасли будет свидетельствовать об инновационном ее развитии. Основными направлениями инновационной деятельности на железнодорожном транспорте являются следующие:

- совершенствование системы управления перевозочным процессом на основе внедрения логистических принципов управления;
- гармонизированное развитие перевозочной инфраструктуры;
- обновление и модернизация подвижного состава на основе использования новых материалов и конструкций при его производстве и ремонте;
- совершенствование системы управления и обеспечения безопасности движения поездов и снижения рисков чрезвычайных ситуаций;
- повышение надежности работы и увеличение эксплуатационного ресурса технических средств;
- развитие высокоскоростного движения;
- внедрение корпоративной системы управления качеством;
- повышение экономической эффективности основной деятельности;
- повышение энергетической эффективности основной деятельности;
- обеспечение охраны окружающей среды;
- совершенствование системы технического регулирования;
- внедрение инновационных спутниковых и геоинформационных технологий.

Объектом рассмотрения в данном учебнике является железнодорожный транспорт как подсистема транспортного комплекса страны. В настоящее время износ технических систем по многим группам достигает критических величин и требует скорейшего их обновления. При этом под технической системой понимается объект, состоящий из элементов (составных частей, различающихся свойствами, проявляющимися при взаимодействии), объединенных связями (линиями передачи единиц или потоков чего-либо) и вступающих в определенные отношения (условия и способы реализации свойств элементов) между собой и внешней средой, чтобы осуществлять процесс (последовательность действий для изменения или поддержания состояния) и

выполнить функцию (цель, назначение, роль). Изучение жизненного цикла технической системы во взаимосвязи с внешней средой позволяет выявить теоретические закономерности его изменения и использовать их на практике при обосновании управленческих решений. Жизненный цикл технических систем рассматривается нами как последовательность определенных этапов событий, мероприятий, происходящих в течение периода времени, который начинается с момента возникновения идеи и создания концепции объекта и заканчивается по завершению этапа утилизации объекта. В связи с этим в качестве предмета изучения в учебнике рассматривается экономический механизм управления жизненным циклом технических систем на железнодорожном транспорте.

В России теория менеджмента развивается под влиянием западных достижений. Вместе с тем, российские ученые внесли весомый вклад в развитие теории и практики менеджмента. Научное исследование эволюции менеджмента в России и на Западе свидетельствует о том, что оно проходило на «встречных курсах».

Сегодня в России в связи с переходом к рынку крайне необходимо скорейшее формирование российской модели менеджмента. Эта модель должна сложиться с учетом лучших достижений мировой науки и практики менеджмента, с учетом современных технологических платформ, лучших российских разработок.

В любой концепции менеджмента, в различных точках зрения на него можно найти, при желании, рациональное зерно. Опыт, накопленный в менеджменте США, Японии, Западной Европы, здравый смысл в его применении поможет нам преодолеть отсталость в данной области и осуществить переход к новому качеству экономического роста.

Авторы выражают благодарность за ценные предложения и помощь при подготовке рукописи учебника рецензентам: заведующему отделом транспорта ВНИТИ РАН, доктору технических наук, профессору *Семену Моисеевичу Резеру*, заведующему кафедрой «Мировая экономика» Российского университета кооперации, доктору экономических наук, профессору *Евгению Федоровичу Авдокушину*, а также инициатору и разработчику системы управления ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН), старшему вице-президенту ОАО «РЖД» *Валентину Александровичу Гапановичу*, руководителю ОАО «РЖД» в области реализации инновационной политики *Михаилу Эдуардовичу Брусиловскому* и *Дмитрию Владимировичу Катцыну*.

Замечания и пожелания по дальнейшему улучшению учебника просьба присылать по адресу: 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, МИИТ, кафедра «Экономика и управление на транспорте».

ГЛАВА 1. ОБЪЕКТИВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ – ОСНОВА КОНЦЕПЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

§ 1.1. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

Практика управления имеет такую же древнюю историю, как само человечество, но менеджмент стал признанной научной дисциплиной только в начале XX в. Эволюция теории и практики менеджмента тесно связана с развитием бизнеса, промышленности и науки.

Все известные научные школы в сфере экономики и управления внесли большой вклад в развитие менеджмента, но поскольку они искали «единственный лучший способ» управления и рассматривали только внутреннюю среду организации, игнорируя среду внешнюю, ни одна из них не гарантировала полного успеха во всех ситуациях. Школа науки управления использует количественные методики, такие как построение моделей или исследование операций, чтобы помочь в принятии решения и повысить эффективность управления. Количественный подход вместе с процессным, системным и ситуационным подходами составляют основу современного менеджмента.

С точки зрения процессного подхода, управление представляет собой процесс – взаимосвязь непрерывных повторяющихся действий (функций), основными из которых являются планирование, организация, координация, контроль, принятие управленческих решений.

Системный подход рассматривает организацию как открытую систему, состоящую из нескольких взаимосвязанных подсистем. Теория систем помогает руководителям понять взаимосвязь между отдельными частями организации и между организацией и средой, ее окружающей.

Ситуационный подход расширил практическое применение теории систем, определив основные внешние и внутренние переменные, которые влияют на организацию. Поскольку в соответствии с этим подходом методики и концепции должны быть применимы к конкретным си-

туациям, ситуационный подход часто называют ситуационным мышлением.

Среди современных тенденций менеджмента наиболее устойчивы следующие:

- управление корпоративной культурой, которое становится фактором прибыльности и конкурентоспособности для коммерческой и некоммерческой организаций;
- стратегическое управление, которое находит свое применение во все более широком спектре социальных приложений;
- методы и технологии современного менеджмента, отработанные в коммерческих организациях, которые распространяются на некоммерческие сферы, включая государственный сектор;
- формирование и развитие новых специальных видов менеджмента, таких как муниципальный менеджмент, риск-менеджмент, финансовый менеджмент, инвестиционный менеджмент, антикризисное управление и т. д.

Вместе с тем, сегодня очевидно, что стали появляться новые, ранее неизвестные черты менеджмента на передовых фирмах мира, что позволило сделать вывод о появлении так называемого «неоклассического» менеджмента, в котором видоизменяются многие представления об управлении, сложившиеся ранее.

Любая система взаимодействует с внешней средой, которая развивается в соответствии с объективными закономерностями. В связи с этим изучение закономерностей изменения внешней среды является необходимым условием для оценки и прогнозирования будущих состояний системы.

Большое внимание вопросам развития циклов в экономике уделялось учеными – экономистами в странах с рыночной экономикой. Закон циклического развития отражает относительную повторяемость и поступательность развития системы. Циклический характер инновационного процесса и его дифференциация по отдельным этапам связаны как с общими закономерностями процесса экономического развития, так и с продолжительностью жизненного цикла конкретного изделия (новшества). К таким циклам относятся циклы технологических волн, циклы экономического развития отдельных стран, циклы экономического развития отдельных отраслей и предприятий, жизненный цикл конкретного изделия.

Длинные волны, выявленные Н. Д. Кондратьевым (рис. 1.1), были результатом изучения циклов мировой экономики за 200 лет. Он изучал объективные характеристики и тенденции рыночной экономики (НЭП прямо ставила задачу развития рынка в новых условиях). Им был выявлен ряд закономерностей в развитии больших циклов, которые он назвал «эмпирическими правильностями».

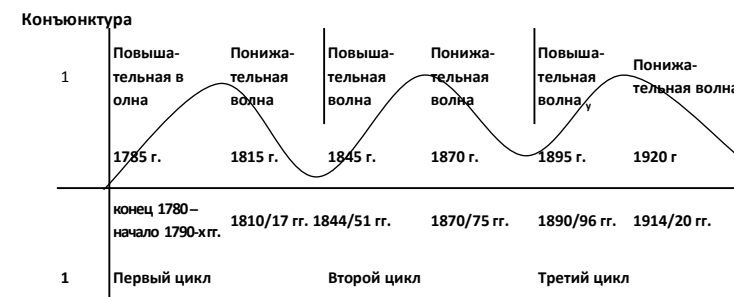


Рис. 1.1. Длинные волны Н. Д. Кондратьева

Заслуга ученого состоит в разработке стройной концепции научного планирования, сознательного воздействия на экономику при сохранении механизмов рыночного регулирования. Уже в конце 1920-х гг. он подошел к концепции индикативного планирования, реализованной на Западе лишь после Второй мировой войны.

Мировой науке Н. Д. Кондратьев известен прежде всего как автор теории больших циклов хозяйственной конъюнктуры («Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время войны и после войны» – 1922 г., «Большие циклы экономической конъюнктуры» – 1925 г.). Он развил идею множественности циклов, выделив различные модели циклических колебаний: сбойные (продолжительность – менее 1 года), короткие (3–4 года), торгово-промышленные (средние – 7–11 лет) и большие (48–55 лет).

В циклах Н. Д. Кондратьев выделял повышательную и понижательную волны (рис. 1.1). Перед и в начале повышательной волны каждого большого цикла наблюдаются глубокие изменения в условиях экономической жизни общества. Это выражается в изменениях техники, в вовлечении в мировые экономические связи новых стран, в изменении добычи золота и денежного обращения. Главную роль играют здесь, по мнению Н. Д. Кондратьева, научно-технические новации (изобретения в текстильной промышленности и производстве чугуна, строительство железных дорог, морского транспорта, массовое внедрение электричества, радио, телефона и другие новшества).

Длительные конъюнктурные колебания сопровождают эмпирические закономерности:

- на периоды повышательной волны каждого большого цикла приходится наибольшее количество социальных потрясений (войн и революций);
- периоды понижательной волны каждого большого цикла сопровождаются длительной депрессией сельского хозяйства;

- в период повышательной волны каждого большого цикла средние торгово-промышленные циклы характеризуются краткостью депрессий и интенсивностью подъемов;
- в период понижательной волны каждого из больших циклов наблюдается обратная картина.

В основе подхода Н. Д. Кондратьева лежала обработка временных рядов таких экономических показателей, как товарные цены, процент за капитал, заработная плата, оборот внешней торговли, добыча и потребление угля, производство чугуна и свинца. Он изучал статистические данные по Англии, Германии, США. Период наблюдений и анализа составлял максимально 140 лет. На этот отрезок пришлось 2,5 больших цикла. При этом Н. Д. Кондратьев предложил следующую периодизацию больших циклов.

Первый цикл – повышательная волна: с конца 1785-х – начала 1790-х гг. до 1810–1817 гг.; понижательная волна: с 1810–1817 гг. до 1844–1851 гг.

Второй цикл – повышательная волна: с 1844–1851 гг. до 1870–1875 гг.; понижательная волна: с 1870–1875 гг. до 1890–1896 гг.

Третий цикл – повышательная волна: с 1890–1896 гг. до 1914–1920 гг.; вероятная понижательная волна с 1914–1920 гг. до 1939–1945 гг.

Дальнейшее развитие мировой экономики происходило в соответствии с циклами Н. Д. Кондратьева. Были экстраполированы четвертый и пятый циклы.

Четвертый цикл – повышательная волна: с 1939–1945 гг. до 1957–1973 гг.; понижательная волна: с 1957–1973 гг. до 1982–1985 гг.

Пятый цикл – повышательная волна: с 1982–1985 гг.

По результатам проведенного исследования Н. Д. Кондратьев установил, что перед началом повышательной волны каждого большого цикла происходили глубокие изменения в техническом обеспечении и технологии производства на основе появления кардинальных изобретений и открытий, радикальных нововведений.

Первому большому циклу экономической конъюнктуры, его повышательной волне соответствовали изменения в ткацкой, химической и металлургической промышленности. Началу повышательной волны второго большого цикла предшествовали изобретения турбины, жнейки, телеграфа Морзе, парового насоса, швейной машины, открытие Фарадеем электромагнитной индукции, создание Максвеллом теории магнитного поля, развитие железнодорожного транспорта. Повышательной волне третьего большого цикла конъюнктуры способствовали изобретение электродвигателя, в частности, создание трехфазного асинхронного двигателя на переменном токе электротехником М. О. Доливо-Добровольским, а также развитие российским ученым – металлургом Д. К. Черновым теории термической обработки стали.

Большие циклы конъюнктуры выявляются в том же едином процессе динамики экономического развития, в котором проявляются и средние циклы с их фазами подъема, кризиса и депрессии. Поэтому средние циклы как бы нанизываются на волны больших циклов.

Следовательно, характер фазы большого цикла не мог не отразиться на ходе средних циклов. Так, если наблюдать понижательный период большого цикла, то все повышательные тенденции средних циклов будут ослаблены, а понижательные тенденции – усиливаться общей понижательной волной большого цикла. Краткие и слабые подъемы средних циклов будут сопровождаться длительными и более глубокими депрессиями.

Далее Н. Д. Кондратьев пришел к выводу, что повышательная волна большого цикла связана с обновлением и расширением основных капитальных благ, с радикальными изменениями в производительных силах общества. Для этого процесса требуются огромные запасы капитала, в частности, для смены его пассивной части (зданий, сооружений, коммуникаций и др.). Отсюда необходимо, чтобы кривая роста капитала была выше кривой текущего инвестирования на замену активной части капитала форме станочного оборудования, транспортных средств и т.п.

Кривая темпа накопления капитала значительно выше на стадии понижательно-депрессивной волны, так как объем капитальных вложений снижается. Это создает накопительные условия для очередной повышательной стадии большого цикла экономической конъюнктуры.

Существенный вклад в развитие теории циклов внес известный философ и экономист Й. Шумпетер. Исследуя экономические изменения в факторах производства, Й. Шумпетер предложил схематическую картину сложной циклической модели. Толчок развитию дают не только внешние факторы, но и внутренние, которые изнутри «взрывают» равновесие рыночной системы (хозяйственного кругооборота). Этими внутренними факторами становятся новые производственные комбинации, которые и определяют динамические изменения в экономике. Принципиально новыми комбинациями факторов производства названы следующие:

- создание нового продукта;
- использование новой технологии производства;
- использование новой организации производства;
- открытие новых рынков сбыта;
- открытие новых источников сырья.

Новые комбинации факторов производства получили название нововведений. В терминологии Й. Шумпетера «нововведение» не является синонимом слова «изобретение», поскольку предпринимательская деятельность связана с применением уже имеющихся средств, а не с созданием новых.

Нововведения, реализуемые в разные сроки, приводят к различным изменениям, проявления которых усложняются на фоне крупного

экономического подъема. Й. Шумпетер учитывал одновременно несколько синхронных движений и создал теорию мультицикличности. Деловые циклы Й. Шумпетера для описания всех явлений определяются волновыми колебаниями. В каждый большой цикл конъюнктуры входит несколько средних циклов, а в каждый средний – несколько коротких циклов.

В длинные волны входят циклы периодом в 55 лет (цикл Н. Д. Кондратьева). Со средними циклами (10 лет) связаны замена активной части капитала в форме станочного оборудования, транспортных средств и др. Короткие циклы в 2 года 4 месяца распространены Й. Шумпетером на рыночные конъюнктурные изменения по отношению к определенным видам продукции.

Причиной динамических изменений по модели Й. Шумпетера является вторжение новатора, который как предприниматель энергично отвлекает факторы производства от существующих каналов, открывает начало новой динамической фазе. Благодаря активности в инновационной деятельности создаются новые ценности, происходит технический прогресс в средствах производства.

Новатор – предприниматель нуждается в ресурсах на осуществление нововведений. Кредит предоставляют банки, после чего происходит перераспределение ресурсов. Процент кредита является ценой, уплаченной за приобретение новых средств производства. Новатор – предприниматель выходит на рынок и нарушает равновесный кругооборот цен, издержек и доходов. Следовательно, инвестирование выступает как неотъемлемая часть инновационной деятельности.

Нововведения представляют собой основу конкуренции нового типа в отличие от ценовой конкуренции. Й. Шумпетер называл ее эффективной конкуренцией. В свою очередь нововведения создают монополию нового товара или эффективную монополию, которая является естественным элементом экономического развития. Появилась возможность преодоления кризисов и спада в промышленном производстве за счет инновационного обновления капитала через научно-технические, технологические, организационно-экономические и управленческие нововведения.

Особое место в систематизации знаний о закономерностях развития систем занимают технологические уклады. Технологический уклад характеризуется единым техническим уровнем составляющих его производств, связанных вертикальными и горизонтальными потоками однородных ресурсов, опирающихся на общие ресурсы квалифицированной рабочей силы, общий научно-технический потенциал и пр.

Жизненный цикл технологического уклада имеет три фазы развития и определяется периодом в 100 лет. Первая фаза приходится на его зарождение и становление в экономике предшествующего технологического уклада. Вторая фаза связана со структурной перестройкой эконо-

мики на базе новой технологии производства и соответствует периоду доминирования нового технологического уклада примерно в течение 50 лет. Третья фаза приходится на отмирание устаревающего технологического уклада. При этом период доминирования нового технологического уклада характеризуется наиболее крупным всплеском в его развитии.

Приведенная на рис. 1.1 кривая роста имеет крутые подъемы, связанные с фазами зарождения и бурного роста нового технологического уклада. Следует заметить, что между ними расположен пологий участок кривой, на котором по концепции Й. Шумпетера отдельные фирмы и компании в течение заметного периода времени добиваются эффективной монополии в производстве отдельных новых видов продуктов. Они успешно развиваются, получая высокую прибыль, так как находятся под защитой законов об интеллектуальной и промышленной (до 20 лет) собственности. Однако монопольное положение с течением времени постепенно нарушается из-за конкуренции других товаропроизводителей. Поэтому организации – монополисты приступают к лицензированию технологии производства своих изделий. В результате ускоряется распространение нововведений – процессов в технологические цепи нового уклада в общественном производстве. При этом происходит структурная перестройка экономики, когда большинство технологических цепей производства продукции и оказания услуг обновляется, и деловые циклы развиваются в новом направлении под влиянием изменений в системе ценностей.

Равновесное распространение нововведений – процессов в деловых циклах научно-технической, производственной и организационно-экономической деятельности, включая сферу оказания услуг, принято называть диффузией инноваций. Возможность диффузии инноваций определяется их инвариантностью, т.е. способностью сохранения неизменными имеющихся количественных характеристик по отношению к преобразованиям и переменам окружающей внешней среды.

Наиболее типичными для диффузных процессов являются технологические инновации. Они непосредственно связаны с технологией производства, ее многократным повторением на различных объектах. Инвариантность технологических инноваций способствует ускоренному притоку капиталов в новый технологический уклад. Доминирование нового технологического уклада в экономике приводит к постепенному снижению прибыльности производства продукции и оказания услуг в предшествующем укладе.

В общей характеристике технологических укладов принято выделять периоды их доминирования, ядро технологического уклада, ключевой его фактор и формирующееся ядро нового технологического уклада.

Систематизация и классификация характеристик технологических укладов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Технологические уклады индустриального технологического способа

Характеристика	Номер технологического уклада				
	1	2	3	4	5
Период доминирования	1770–1830	1830–1880	1880–1930	1930–1980	от 1980–1990 до 2030–2040
Технологические лидеры	Великобритания, Франция, Бельгия	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Германия, США, Великобритания, Франция, Бельгия, Швейцария, Нидерланды	США, страны Западной Европы, СССР, Япония	Япония, США, ЕС
Развитые страны	Германские государства, Нидерланды	Италия, Нидерланды, Швейцария, Австро-Венгрия, Россия	Россия, Италия, Дания, Австро-Венгрия, Канада, Япония, Испания, Швеция	Бразилия, Канада, Австралия, новые индустриальные страны	Юго-Восточной Азии
Ядро технологического уклада	Текстильная промышленность, текстильное машиностроение, выплавка чугуна, обработка железа, строительство каналов, водяной двигатель	Паровой двигатель, железнодорожное строительство, транспорт, машиностроение, угольная, станкоинструментальная промышленность, черная металлургия	Электротехническое, тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач, неорганическая химия	Автомобилестроение, тракторостроение, металлургия, производство товаров длительного пользования, синтетические материалы, органическая химия, производство и переработка нефти	Электронная промышленность, вычислительная, оптоволоконная техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, производство и переработка газа, информационные услуги
Ключевой фактор	Текстильные машины	Паровой двигатель, станки	Электродвигатель, сталь	Двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия	Микроэлектронные компоненты
Формирующееся ядро нового уклада	Паровые двигатели, машиностроение	Сталь, электроэнергетика, тяжелое машиностроение, неорганическая химия	Автомобилестроение, органическая химия, производство и переработка нефти, цветная металлургия, автотранспортное строительство	Радары, строительство трубопроводов, авиационная промышленность, производство и переработка газа	Биотехнологии, космическая техника, тонкая химия

Окончание табл. 1.1

Характеристика	Номер технологического уклада				
	1	2	3	4	5
Преимущества данного технологического уклада по сравнению с предыдущим	Механизация и концентрация производства на фабриках	Рост масштабов и концентрации производства на основе использования парового двигателя	Повышение гибкости производства на основе использования электродвигателя, стандартизация производства, урбанизация	Массовое и серийное производство	Индивидуализация производства и потребления, повышение гибкости производства, преодоление экологических ограничений по энерго- и материалопотреблению на основе АСУ, деурбанизация на основе телекоммуникационных технологий
Основные экономические институты	Конкуренция отдельных предпринимателей и мелких фирм, их объединение для кооперации индивидуального капитала	Концентрация производства в крупных организациях, развитие акционерных обществ, обеспечивающих концентрацию капитала на принципах ограниченной ответственности	Слияние фирм, концентрация производства в картелях и трестах; господство монополий и олигополий; концентрация финансового капитала в банковской системе; отделение управления от собственности	Транснациональные корпорации, олигополии на мировом рынке; вертикальная интеграция и концентрация производства; доминирование структуры в организациях	Международная интеграция мелких и средних фирм на основе информационных технологий, интеграция производства и сбыта. Поставки «точно вовремя»
Организация инновационной деятельности в стране – лидере	Организация научных исследований в национальных академиях, научных и инженерных обществах; индивидуальное инженерное и изобретательское предпринимательство; профессиональное обучение кадров	Формирование НИИ; ускоренное развитие профессионального образования и его интернационализация; формирование национальных и международных систем охраны интеллектуальной собственности	Создание внутрифирменных научно-исследовательских отделов; использование ученых с университетским образованием в производстве; национальные институты и лаборатории; всеобщее начальное образование	Специализированные научно-исследовательские отделы в большинстве фирм, государственное субсидирование военных НИОКР; вовлечение государства в сферу гражданских НИОКР; развитие общего и профессионального образования. Передача технологий посредством лицензий и инвестиций транснациональными корпорациями	Горизонтальная интеграция НИОКР, проектирования и обучения; вычислительные сети и совместные исследования; государственная поддержка технологий, академическое сотрудничество науки и производства. Новые режимы собственности для программного продукта и биотехнологий

Первая волна (1780–1830 гг.) сформировала технологический уклад, основанный на новых технологических процессах в текстильной промышленности, а также технологиях с использованием энергии воды.

Вторая волна (1830–1880 гг.) связана с развитием железнодорожного транспорта и механического производства во всех отраслях на основе парового двигателя.

Третья волна (1880–1930 гг.) определялась использованием в промышленном производстве электрической энергии, развитием тяжелого машиностроения и электротехнической промышленности на базе использования стального проката, новых открытий в области химии. Были внедрены радиосвязь, телеграф, автомобили, самолеты, начали применяться цветные металлы, алюминий, пластические массы и т.д. Появились крупные фирмы, картели, тресты. На рынке господствовали монополии и олигополии. Началась концентрация банковского и финансового капитала.

Четвертая волна (1930–1980 гг.) сформировала уклад, основанный на дальнейшем развитии энергетики с использованием нефти и нефтепродуктов, газа, средств связи, новых синтетических материалов. Это эра массового производства автомобилей, самолетов, тракторов, различных видов вооружения, товаров народного потребления. Появились и широко распространились компьютеры и программные продукты для них, радары. Атом использовался в военных и затем в мирных целях. Было организовано массовое производство на основе конвейерной технологии. На рынке господствовала олигополярная конкуренция. Появились транснациональные и межнациональные компании, которые осуществляли прямые инвестиции на рынках различных стран.

Пятая волна (1985–2035 гг.) опирается на достижения в области микроэлектроники, информатики, биотехнологии, генной инженерии, новых видов энергии, материалов, освоения космического пространства, спутниковой связи и т.п. Происходит переход от разрозненных фирм к единой сети крупных и мелких фирм, соединенных электронной сетью на основе Интернета, осуществляющих тесное взаимодействие в области технологии, контроля качества продукции, планирования инноваций, организации поставок по принципу «точно в срок».

Каждый из укладов в своем развитии проходил различные стадии, отличающиеся мерой его влияния на общий экономический рост в стране. Устаревшие уклады, теряя свое решающее влияние на темпы роста, оставляли в составе национального богатства страны созданные производственные, инфраструктурные объекты, культурное наследие, знания и т.п.

Продолжительность некоторых волн превышает 50 лет по причине совпадения периода спада уходящей волны с периодом роста новой волны. В связи с ускорением НТП в будущем продолжительность волн (укладов) будет сокращаться.

Следуя периодизации длинных волн, можно было спрогнозировать экономический спад в СССР после 1970-х гг. и начать к нему готовиться. Например, увеличивая капитальные вложения в развитие НТП,

создавая технологические системы на новых принципах действия, вести разумную финансовую политику, чтобы «смягчить» кризисные явления. Но, как показывает развитие страны, этого не произошло.

Мировой опыт показал, что для перехода к подъему экономики необходимо повысить долю инвестиций в ВВП как минимум до 25–30%. Только при этом ввод производственных мощностей превышает их выбытие и создаются условия для расширенного воспроизводства. В быстро развивающихся странах указанная доля достигает 40% (например, в Китае, имеющем с 1979 г. ежегодно в среднем 10% прироста ВВП). Россия же в 2010 г. имела объем инвестиций 20,4% от ВВП страны. Динамика инвестиций за годы реформ представлена на рис. 1.2.

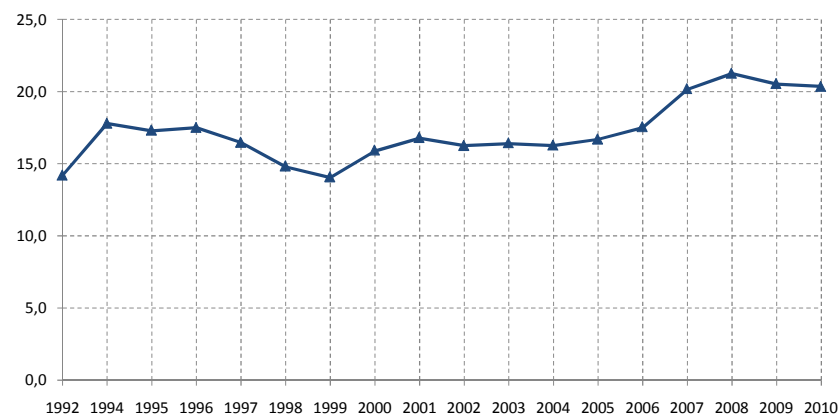


Рис. 1.2. Динамика инвестиций в основной капитал в России (1992–2010 гг., % к ВВП)

Основные теоремы экономической динамики были изложены в конце 1940-х гг. Р. Харродом. Они послужили основой для более сложных моделей роста (Дж. Робинсон, Н. Калдор, У. Ростоу и др.). Теорию циклов развили Э. Хансен в своей монографии «Экономические циклы и национальный доход»: лауреаты Нобелевской премии в области экономики Н. Д. Леонтьев и П. Самуэльсон – взаимосвязь экономических переменных и построение эконометрических моделей, ученые, Шпитгоф, Харрод – роль динамических факторов; Кан, Кейнс – мультипликатор инвестиций и функции потребления и другие ученые, изучавшие различные аспекты циклического развития.

Для развитых стран отличительной чертой современного понятия цикла является то, что его тесно увязывают с вопросами государственного регулирования не только на макро-, но и на микроуровне. Циклическое развитие все в большей степени рассматривается не только как предмет изучения, но и как объект управления.

§ 1.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ

Закономерности функционирования системы предполагают существование объективных законов их развития. Одной из предметных областей экономического анализа является производственная деятельность, основу которой составляет производственный процесс. **Производственный процесс** – это совокупность действий работников и орудий труда, в результате которых сырье, материалы, полуфабрикаты и комплектующие изделия, поступающие на предприятия, трансформируются в готовую продукцию в заданном количестве, качестве и ассортименте в определенные сроки.

В процессе изготовления продукции потребляются ресурсы. Ресурсы предприятия (кадры, основные фонды, оборотные средства) определяют его производственные возможности, поэтому принципиально возможно построить зависимости:

$$Q = f(OC, C_{об.}, Ч),$$

где Q – итоговый показатель производственной деятельности предприятия;

OC – измеритель, характеризующий использование основных средств;

$C_{об.}$ – измеритель, характеризующий использование оборотных средств;

$Ч$ – показатель, характеризующий численность персонала, участвующего в производственном процессе.

Приведенная зависимость представляет производственную функцию. Под **производственной функцией** понимается соотношение между итоговым показателем деятельности предприятия и ресурсами, ее определяющими.

Производственная функция, построенная в 1928 г. Коббом и Дугласом по данным американской экономики за 1899–1922 гг., имела вид

$$W = 1,01Ч^{0,75}\Phi^{0,25},$$

где W – рост национального дохода от соотношения труда ($Ч$) и капитала (Φ).

Производственная функция строится для решения определенных экономических задач, относящихся к анализу, прогнозированию и планированию деятельности предприятия. Она применяется как самостоятельно, так и в составе более сложных экономико-математических моделей. В общем виде цель производственной функции можно охарактеризовать как анализ факторов роста или прогнозирования объема выпуска продукции.

Выделяют следующие принципы моделирования при построении производственных функций:

- объем выпуска продукции, произведенной данной технологической системой за период, определяется размерами средств труда, предметов труда и собственно труда, участвующих в процессе, в течение рассматриваемого периода;
- связь между объемом выпуска и размерами средств труда, предметов труда и собственно трудом является для данной системы закономерной и относительно устойчивой;
- любое независимое изменение аргумента производственной функции допускает реальную интерпретацию.

В наиболее общем виде для построения производственной функции используют зависимости типа

$$y = f(x_1, \dots, x_n),$$

где y – объемный показатель выпуска;

x_1, \dots, x_n – объемные показатели производственных ресурсов (число факторов обычно не превышает 10).

Как правило, зависимость значения функции от переменных и параметров задается в явном виде или реже – в виде функциональных, дифференциальных или интегральных уравнений. Также используются концепции, где основная зависимость представляется в виде регрессии или задачи математического программирования.

Производственная функция является экономико-статистической моделью процесса производства продукции в данной экономической системе и выражает устойчивую, закономерную количественную зависимость между объемными показателями ресурсов и величиной выпуска. При этом показатели потребляемых ресурсов определяются используемыми технологиями.

Каждая технологическая совокупность, этап или уклад характеризуется определенным набором ресурсов. Если отобразить каждую совокупность, этап, уклад набором ресурсов и построить производственные функции, то можно, задаваясь конечными результатами потребления, определить их необходимый объем. Наличие производственных функций для различных технических систем позволило бы более эффективно проводить работы по экономическому анализу хозяйственной деятельности организации.

Построение производственных функций осуществляется на основе теоретических представлений функционирования систем (табл. 1.2).

Закон убывающей эффективности эволюционного совершенствования систем отражает развитие систем по так называемым S-образным кривым, акцентируя внимание на логистическом участке кривой. Когда технологические и эволюционные изменения проникают повсюду, то дальнейшее их движение принимает эволюционный характер, а отдача от них все больше приближается к своему пределу. Со временем каждое последующее поколение основных средств, каждая последующая модель начинают приносить все меньший прирост производительности, а затраты на их внедрение если не возрастают, то и не уменьшаются.

Таблица 1.2

Основные законы функционирования систем

Закон	Проявление действия закона	Основные экономические параметры систем, на которые влияет закон	Аналитические задачи по выявлению действия законов
Закон циклического развития	Сменяемость составляющих экономического цикла: фазы подъема, кризиса, депрессии	На макроуровне: темпы роста ВВП; общий размер инвестиций; степень износа основных средств; На микроуровне: темпы роста объема выпуска и реализации продукции; показатели состояния, движения и использования основных средств; показатели использования оборотного капитала; показатели использования труда	Прогноз результатов по стадиям жизненного цикла систем
Закон убывающей эффективности эволюционного совершенствования систем	Эволюционное снижение эффективности технологического процесса с течением времени	Показатели динамики отдачи и рентабельности ресурсов. Показатели абсолютных и удельных затрат	Анализ эффективности использования ресурсов. Анализ показателей рентабельности затрат, капитала. Анализ себестоимости выпуска продукции
Закон перехода к малооперационным системам	Снижение материалоемкости и энергоемкости производства, экономия ресурсов в результате внедрения малооперационных наукоемких систем	Показатели производительности труда. Показатели использования основных средств. Показатели динамики использования ресурсов и удельных затрат. Показатели эффективности инвестирования	Анализ использования труда. Анализ использования основных и оборотных средств. Анализ материальных ресурсов. Анализ затрат. Анализ рентабельности. Анализ эффективности инвестиций
Закон возрастания необходимого разнообразия и сложности систем	Формирование многоуровневых систем, имеющих многофункциональное назначение (удовлетворение разнообразных потребностей)	Размеры организаций, их количество. Параметры, характеризующие технологические уклады. Размер инвестиций в НИОКР	Анализ эффективности инвестиций. Анализ инновационной деятельности. Анализ эффективности использования ресурсов. Обобщенная оценка рентабельности

В этом заключается некий технологический предел, а именно: всякое принципиально новое направление техники не беспредельно, не может дать больше того, что в нем заключено (генетический подход). На определенном этапе результативность начинает приближаться к пределу для данной технологии и темпы ее роста снижаются. Теория полностью распространяется на деятельность любого предприятия. Важно понять, что по мере приближения к пределу результативность используемых технических систем для производства продукции с ростом издержек практически не растет. Следовательно, для компании чрезвычайно важно определить технологический предел, чтобы предвидеть перемены и прекратить вкладывать средства в то, от усовершенствования чего уже не будет должной отдачи. Для большинства современных компаний проблема состоит в том, что менеджеры не видят этого предела.

Суть **закона перехода к малооперационным процессам** в следующем: две или более технологий, выполняемых системой, могут образовывать интегративную комбинацию, существенно упрощающую общую схему системы. Достигнутое упрощение устраняет препятствия на пути эволюции, существовавшие до образования комбинации, что открывает совершенно новые пути развития. При этом как бы продлевается линейный участок S-образной кривой при использовании известных принципов действия или осуществляется переход на новую, более «крутую» S-образную кривую.

Закон возрастания необходимого разнообразия и сложности систем свидетельствует о росте разнообразия принимаемых решений в зависимости от знаний об объекте управления и технологии использования ресурсов. Вероятность выхода системы за пределы задаваемых характеристик возрастает с увеличением разнообразия проектных решений сверх определенного предела.

В последнее время все большее распространение получает понимание прогресса как процесса усложнения структуры мироздания. Системы развиваются в направлении формирования многоуровневых технических объектов, которые реализуют не отдельные фиксированные функции, а определенное «поле» функций. К ним относятся новые «гибкие технологии» в строительстве, гибкие автоматизированные процессы в промышленности и т.п. Главное отличие таких систем – наличие в их основе иерархически упорядоченных уровней. Самые общие образуют первый уровень факторов формирования технических систем и, соответственно, уровень базовых модулей, которые составляют основу всех последующих модификаций. Модификация многоуровневой системы принципиально отличается от модификации традиционной автономной системы. Она является по сути не модификацией, а одним из состояний системы, обеспечивающим определенную функцию из возможного поля функций. Естественно, что в таких системах линейный участок S-образной кривой продлевается в соответствии с многообразием (полям) выполняемых функций.

§ 1.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Технологические уклады и их использование для эволюционного отражения научно-технического прогресса. Понятие технологического уклада служит одной из важных интегрально-комплексных характеристик научно-технического прогресса. В настоящее время технологические уклады широко используются при характеристике процессов формирования и развития НТП в технологических структурах экономики. Особое место среди эволюционно-технологических укладов занимают уклады, описываемые с использованием макроэкономических измерений. «Макроэкономическая динамика», – отмечает Д. С. Львов, – подчиняется специфическим закономерностям, связанным со сменой технологических укладов. Они определяют временную динамику экономики, а также преобразования воспроизводственной структуры, происходящие в рамках одного технологического уклада и задающие конкретную форму динамики, но уже на более ограниченном временном отрезке».

Эволюционное описание технологических укладов, основывающихся на показателях технического прогресса, обладает большой наглядностью, в связи с этим оно достаточно широко используется для описания НТП за длительные временные периоды. Можно выделить два принципиально различных структурных подхода к определению технологических укладов: ресурсный и эволюционно-технологический.

Первый подход практически отвергает «отраслевой разрез экономики», полагая, что он не позволяет уловить многие из важнейших направлений НТП, которые носят межотраслевой характер и требует даже «дезагрегирования» технологических процессов. При таком дезагрегировании удается преодолеть отраслевые структурные барьеры и сформировать технологические уклады из наборов частных, иногда несоизмеримых и неоднородных стоимостных и натурально-вещественных характеристик, но, как отмечает С. Ю. Глазьев, «не удастся преодолеть фрагментарность представлений об НТП». Фактически наборы таких технологических укладов, построенные например, по рядам динамики потребления энергоносителей и развития инфраструктуры транспорта, даже в одни и те же периоды времени характеризуют часто не функционально-отраслевые, а общие социально-экономические стороны проявления НТП. Следует отметить, что авторы этого направления справедливо отмечают огромные сложности отслеживания процесса формирования и развития технологических сдвигов в конкретных отраслевых технологиях. Значительным достижением этого направления для построения теории развития систем служит выявление нетрадиционных, но широко используемых

нововведений, проявляющих динамику роста и распространения. В связи с этим это направление НТП остается одним из важных и достаточно сложных из-за необходимости применения экономико-математических методов выявления нововведения.

Вторым подходом, широко освещаемым в литературе, служит сводный отраслевой анализ развития экономики и НТП, основанный на комплексной системе экономических измерений и оценок. Он рассматривается в работах А. Е. Варшавского, Д. Сахала и ряда других авторов, в которых дается техническое описание смены технологических укладов. Однако в части количественного отображения НТП этот подход обычно основывается на результатах измерений, полученных с использованием производственных функций. Данный подход лишен «фрагментарности» и обладает большими аналитическими возможностями, которые и привлекают к нему значительное число исследователей.

Периодизация технологических укладов, НТП и проявление значительной роли конкретных нововведений в определенные периоды экономического развития нельзя в полной мере связывать с этапностью экономического развития конкретных отраслей производства, так как это сопряжено с исторической неточностью или даже с искажением взгляда на протекание прогресса.

Фрагментарная периодизация укладов должна методологически увязываться с технологической структурой развития отраслей экономики, в противном случае она может вносить неточность в оценку перспективного макроэкономического прогноза развития страны. Помимо этого, на наш взгляд, при выводе длинных волн в прогнозе в полной мере не учитывается главная составляющая НТП – показатель технологического прогресса, характеризующий изменения технологической производительности. В связи с этим в качестве показателей длинных волн в макроэкономическом прогнозе целесообразно наряду с показателями динамики изменения индексов цен на отдельные товары и услуги использовать показатели динамики изменения мощности и объектной производительности используемых основных средств.

Транспорт играл и играет исключительно важную роль в России в формировании национального производства и совершенствовании производственных отношений. Строительство железных дорог содействовало быстрому развитию металлургии, машиностроения, лесной, топливной, нефтяной промышленности, вызвало рост посевных площадей, содействовало возникновению новых промышленных районов. Изучение циклов его развития позволяет спланировать инвестиционную деятельность и избежать кризисных явлений при переходе от одного уклада к другому.

В настоящее время в отечественной литературе в трудах Т. С. Хачатурова, С. К. Данилова, Е. Д. Ханукова, К. Я. Загорского, А. М. Соловьевой, Е. А. Сотникова, В. И. Лукашева и некоторых других авторов дается описание ряда эволюционно-технологических укладов развития железнодорожного транспорта. Выделяются шесть этапов:

- первый – с 1825 по 1860 г. – этап первоначального развития железных дорог;
- второй – с 1860 г. до начала Первой мировой войны (для России до 1913 г.);
- третий – между двумя мировыми войнами, 1913–1940 гг. (для России до 1950 г.);
- четвертый – с 1950 по 1970 г. – реорганизация железнодорожного дела, формирование новых видов железнодорожных перевозок, обострение конкуренции в сфере перевозок между видами транспорта;
- пятый – с 1970 г. по 1990 г. – повышение эксплуатационных характеристик;
- шестой – с 1990 г. по настоящее время; этот этап связан с бурным развитием микроэлектроники, компьютерных и информационных технологий, микропроцессорной техники, высокоскоростных перевозок, появлением новых систем электрификации железных дорог и некоторых других нововведений, которые начали ускоренно внедряться в разных видах деятельности и на транспорте.

Технический прогресс в периодизации технологических укладов железнодорожного транспорта может быть непосредственно представлен потоками самих нововведений, которыми и характеризуется данный процесс.

Основные технологические уклады путевого хозяйства.

Первый и второй технологические уклады. Рельсы, используемые в верхнем строении пути в первом, а отчасти и во втором технологических укладах, были достаточно разнотипны по длине и весу. Так, по длине они составляли от 4,57 до 14,94 м. Всего насчитывалось 13 различных размеров рельсов. До конца 1960-х гг. производство рельсов в России составляло 10–20 тыс. т (до 1220 тыс. пудов). Применялись железные рельсы, вес которых составлял от 25 до 30 кг на погонный метр и только позднее вырос до 35 кг на погонный метр. Железные рельсы даже при малых размерах движения изнашивались достаточно быстро. Срок их службы не превышал 8–10 лет. Шпалы с конца 1850 г. и до мировой войны укладывались на магистральных линиях в количестве 1400 шт. на версту, а до 1850 г. при постройке первых дорог их укладывали от 1160 до 1225 шт. на версту. Пропитка шпал антисептиком началась в 1880 г., однако большая часть шпал укладывалась без пропитки. Срок службы составлял 4–6 лет для непропитанных и

6–8 лет – для пропитанных шпал. В 1886 г. установили шесть типовых размеров шпал, основными из которых являлись брусковые, обрезанные с четырех сторон.

К началу 1900-х гг. юг страны давал четыре пятых всего производства рельсов. К этому времени определился и преимущественный набор типов рельсов – I, II, III и IV с весом погонного метра соответственно 43,6; 38,3; 32,6 и 30,3 кг на погонный метр.

В 1908 г. были установлены единые четыре типа рельсов и усовершенствовался их стандарт: Ia, IIa, IIIa и IVa с весом погонного метра соответственно 43,6; 38,4; 33,5 и 30,9 кг. Одной из особенностей рельсов являлась вертикальность боковых граней шеек, что упрощало прокатку рельсов. Длина рельсов составляла 10,68 м.

Третий технологический уклад. Хозяйство пути, как и другие рельсовые устройства железных дорог, до 1918 г. находилось в плохом состоянии. В пути лежали легкие рельсы многочисленных типов (общая протяженность главных путей с рельсами типа IIIa и легче составляла 86 % всей развернутой длины сети) на слабом мелкозернистом песчаном основании.

В 1920 г. была разработана классификация железнодорожных линий в зависимости от объема их работ, нагрузок на ось и типов верхнего строения пути. К линиям первого типа были отнесены такие, на которых допускались паровозы с нагрузкой 23 т на ось, к линиям второго типа – паровозы Эу с нагрузкой на ось в 20 т и к линиям третьего типа – все остальные.

За годы первой пятилетки (1928–1932 гг.) доля нового строительства железных дорог в единовременных затратах составила всего 16,3%. До фазы насыщения в отношении эксплуатационной длины железных дорог было еще далеко.

Во второй пятилетке (1933–1937 гг.) преобладали реконструкционные работы. Средства шли на модернизацию путевого хозяйства, в том числе замену песчаного балласта щебеночным и гравийным, легких рельсов – рельсами тяжелого типа. За эти годы было уложено 5500 км вторых путей. Общие объемы работ по укладке вторых путей превосходили размеры нового строительства.

С 1932 по 1935 г. на железные дороги начинают в массовом количестве поступать мощные локомотивы серий ФД, СО и четырехосные вагоны. Значительно повышается вес поездов, вводятся автоцепка и системы автоматического торможения грузовых поездов, возрастают осевые нагрузки локомотивов до 21 т и вагонов до 20,5 т. Повсеместно начинает проявляться угон железнодорожного пути как следствие возникновения продольных сил, достигавших 7–10 т при длине одного звена 12,5 м. Конструкция и мощность железнодорожного пути все в большей мере отстают от растущих нагрузок. В начале 1935 г. распределение сети дорог СССР по типам рельсов было следу-

ющим: Ia – 2,2%, IIa – 22,9, IIIa – 52,0 и IVa и легче – 22,9%. Тяжелое положение в путевом хозяйстве объяснялось также отсутствием мощных типовых конструкций железнодорожного пути и в первую очередь рельсов, хотя объем сплошной их замены новыми составлял около 10 тыс. км пути в год. Но при замене использовались запасы легких рельсов – типа II, III, IV и легче, иными словами, те типы рельсов, которые появились еще в 1903 г.

В 1938 г. было разработано два новых профиля рельсов: P43 (внедряемых с 1940 г.) и P50 (опытная партия которых изготовлена и уложена в 1941 г.). Рельсы с установленным весом 43,6 кг на погонный метр, имевшие тип Ia, с 1940 г. стали именоваться типом P43, а рельсы IIa соответственно рельсами типа P38. Если на 1 января 1937 г. в главных путях было всего 2571 км рельсов типа Ia (2,4%), то на 1 января 1940 г. – 3182 км (17%).

В 1940 г. грузонапряженность на сети железных дорог по отношению к 1913 г. возросла в 4 раза, осевая нагрузка локомотивов – на 30%, вагонов – на 70%. Средний погонный вес рельсов на главных путях, составлявший в 1913 г. 32,9 кг, к 1939 г. увеличился только до 35,8 кг, т. е. всего на 8,8%. В период индустриализации (1926–1940 гг.) в среднем за год строилось около 1000 км железнодорожного полотна, а вводилось в эксплуатацию еще меньше.

Четвертый технологический уклад. После окончания войны в 1945 г. необходимо было ликвидировать последствия разрушения 65 тыс. км путей и заново создать современные конструкции пути.

Уже в 1945 г. был прокатан новый профиль рельса P65, предназначенный для грузонапряженных линий, в дополнение к ранее разработанным типам P43 и P50, подготовлены проекты технических условий на изготовление рельсов более тяжелых типов.

На 1 января 1947 г. количество рельсов тяжелого типа, уложенных в путь, составляло 37 490 км (27,4%), что указывало на частичное усиление рельсового хозяйства в период 1940–1947 гг., несмотря на увеличение предусмотренных сроков смены рельсов на значительном полигоне сети.

Рельсы P50 и P65 стандартного производства, изготовлявшиеся отечественными заводами, по качеству и эксплуатационной стойкости не уступали рельсам США и значительно превосходили рельсы западноевропейских стран. К началу 1957 г. в тяжелых условиях эксплуатации стали проявляться признаки недостаточной контактно-усталостной прочности рельсов.

Результаты многолетних наблюдений за расходами на текущее содержание пути показали, что более 80% объема работ зависит от веса рельсов. Повышение веса рельсов на 1 кг/м давало снижение расходов на содержание пути 2–3%. Столь высокое уменьшение расходов объяснялось чрезвычайно большим одиночным выходом легких ти-

пов рельсов, на замену которых затрачивалось много труда. При нормальном соответствии веса рельсов эксплуатационным условиям увеличение веса рельсов на 1 кг/м приводит к экономии затрат труда на содержание пути на 1,5–2,0%. Эта экономия положена в основу разработки общесетевых норм затрат труда на содержание пути.

Массовая укладка рельсов P50 и особенно P65 позволила поставить вопрос о создании нового бесстыкового типа пути. Затраты труда на содержание стыков в исправности достигают 40% затрат на содержание остальной протяженности пути. Из-за наличия стыков значительно сокращаются сроки службы рельсов, шпал и балласта и увеличиваются расходы на ремонт пути. Стыковые неровности воздействуют также и на подвижной состав, вызывая повышенный выход элементов, ходовых частей из-за их излома и износа. Неблагоприятно влияют стыки и на сопротивление движению поездов. При использовании рельсов в электрических цепях стыки ухудшают токопроводность цепей и часто нарушают нормальную работу автоблокировки.

Первые опытные участки бесстыкового пути температурно-напряженного типа были уложены в 1956 г. на Московско-Курско-Донбасской железной дороге. Основной особенностью температурно-напряженного бесстыкового пути являются значительные продольные силы в рельсовых плетях, возникающие при изменении их температуры. Это создает ряд проблем по обеспечению устойчивости рельсошпальной решетки, прочности рельсов, а также стыковых болтов на концах плетей при сжатии летом и растяжении температурными силами зимой.

В 1956–1960 гг. создается конструкция железобетонных шпал типа С-56, рассчитанных на работу в течение 40–45 лет вместо 13–14 лет, что имело место при деревянных шпалах в тот период. Массовая укладка в середине 1960-х гг. бесстыкового пути стала проводиться исключительно на железобетонных шпалах. С 1961 г. начато широкое внедрение бесстыкового пути на железных дорогах СССР. К началу 1968 г. уложено около 8000 км пути этого типа. Бесстыковой путь потребовал изменить конструкцию промежуточных креплений – отказаться от костыля, перейти на клеммное прикрепление.

Повышение скоростей движения поездов, наметившееся в период массового перевода магистралей на электрическую и тепловозную тягу (1957-й и последующие годы), потребовало коренной модернизации стрелочных переводов и создания новых конструкций с более пологими марками – 1/18 и 1/22, допускающих движение по боковому пути со скоростями до 80–120 км/ч. К 1964 г. были созданы новые типы стрелочных переводов к рельсам P50 и P65, обеспечивающие скорость по прямому пути до 160–180 км/ч.

Пятый технологический уклад (с 1970 г.) ознаменован рядом важных подвижек в изменении структуры верхнего строения пути. Так,

если в 1960 г. в путь не укладывались термически упрочненные рельсы и железобетонные шпалы, а средний вес рельса составлял в 1960 г. (в середине четвертого технологического уклада) 43,3 кг на погонный метр, то в 1990 г. (в конце пятого технологического уклада) он составлял 62,2 кг на погонный метр, а в путь было уложено 116,0 тыс. термически упрочненных рельсов. В начале 1970-х годов существенно изменилась характеристика укладываемых в путь рельсов. Если в 1960 г. укладывалось 24% рельсов Р65 и Р75, а рельсы Р50 составляли 76%, то уже в 1974 г. доля рельсов Р65 и Р75 в тоннаже поставок железнодорожному транспорту составляла 79,2%, причем 43% всех укладываемых рельсов приходилось на объемно-закаленные рельсы.

К 1976 г. завершились эксперименты с рельсами Р75, и в следующем году на них был утвержден стандарт ГОСТ 16210-77. Наряду с переходом на термическую обработку рельсов и дальнейшим совершенствованием обработки рельсов, что продлевало срок их службы в 1,5–2 раза, начали осуществлять профильную шлифовку рельсов в пути.

Шестой технологический уклад. Создание новой конструкции пути для линий с очень высокой грузонапряженностью (например, для участков с грузонапряженностью более 150–170 млн т-км брутто на 1 км в год) всегда оставалось важной задачей для путейцев. Вероятно, это будет путь с блочным основанием. Введение в подрельсовое пространство железобетонного блока позволит резко уменьшить накопление остаточных деформаций и связанные с этим расстройством пути. Однако значительное повышение модуля упругости железнодорожного пути делает конструкцию очень жесткой и вызывает значительное возрастание вертикальных и горизонтальных динамических воздействий.

Возрастание скоростей движения предъявляет новые требования и к балластным материалам. На первое место выдвигается стабильность пути, что определяется работоспособностью щебня при значительных динамических воздействиях, в том числе и при вибрациях. Необходимо подобрать такой гранулометрический состав щебня, который обеспечивал бы высокую стабильность пути и при интенсивном динамическом воздействии. Необходимо также найти эффективные методы гидроизоляции и повышения несущей способности основной площадки земляного полотна.

Важнейшей проблемой является создание еще более совершенной новой конструкции пути, которая должна обеспечивать и высокоскоростное движение поездов, и высокую стабильность пути, что особенно важно на линиях с грузонапряженностью 150 млн т-км брутто на 1 км и более в год.

Основные технологические уклады развития локомотивного хозяйства. Первый и второй технологические уклады. Первые паровозы для железных дорог России были закуплены в Англии. С

1844 г. производство отечественных паровозов было налажено на Александровском заводе под Петербургом на привозном металле и комплектующих деталях из-за границы.

Значительное развитие русское паровозостроение получило во время второго подъема строительства железных дорог в 1890-х гг. Были построены новые крупные паровозостроительные заводы, оснащенные новейшим оборудованием: Брянский, Харьковский, Луганский. В 1890-х гг. началось производство паровозов на Путиловском и Сормовском заводах. С их пуском выпуск паровозов стал возрастать и достиг максимума в 1901 г.

К 1913 г. лучшие достижения паровозостроения характеризовались следующими параметрами: поверхность нагрева котлов достигала 200 м², давление пара 12–13 атм., диаметр колес для обеспечения силы тяги составлял 1320 мм для грузовых и 1830–1920 мм для пассажирских паровозов. Грузовые паровозы имели конструкционную скорость 65–70 км/ч, а пассажирские – 115–120 км/ч, нагрузка колесных пар на рельсы не превышала 16–17 тс. Максимальная мощность при расчетной форсировке котла достигала 1500 л.с.

Третий технологический уклад. В период 1918–1920 гг. поставки отечественных паровозов для нужд железных дорог были крайне незначительны, и их нехватка пополнялась закупками паровозов за границей. В начале 1920-х гг. на отечественные железные дороги стали поступать грузовые паровозы серии Э, строившиеся вначале в Швеции и Германии, а затем, с 1926 г., на отечественных восстановленных локомотивостроительных заводах началось их серийное производство.

В 1931–1932 гг. поступают в эксплуатацию наиболее мощные в то время в Европе грузовые паровозы ФД и пассажирские ФД¹¹, развивавшие при испытаниях мощность до 3000 л.с., что примерно вдвое превышало мощность выпускавшихся до этого паровозов Э^у и СУ. Вскоре стали строиться и первые серийные тепловозы Э³¹¹, магистральные грузовые электровозы С⁰, ВЛ19, ВЛ22, паровозы ЭР, СО и СО¹¹. Были созданы опытный пассажирский электровоз типа 2-3-2 ПБ, высокоскоростные паровозы 2-3-2 двух типов, развивавшие скорость до 180 км/ч.

В 1935 г. была решена проблема повышения конструкционных скоростей паровозов, в результате в 1936 г. скорости некоторых паровозов были значительно повышены – например, у паровоза ФД с 60 до 85 км/ч. Если средняя мощность локомотива в 1932 г. была 1170 л.с., то в 1937 г. она уже составляла 2060 л.с. Иными словами, она возросла более чем в 1,8 раза. К 1941 г. отечественный паровозный парк по среднему возрасту был существенно обновлен.

Четвертый и пятый технологические уклады. После войны были созданы новые типы паровозов 1-5-0 серии Л, 1-5-1 серии ЛВ,

2-4-2 серии ПЗ6, соответствующие по основным показателям лучшим образцам того времени. Строится ряд новых в конструктивном отношении образцов мощных паровозов типа 1-5-2 в нескольких разновидностях, а также сочлененные паровозы 1-3+3-1 и 1-4+4-2. Однако, несмотря на эти усовершенствования паровозов, введение иных видов тяги давало огромный экономический эффект при сокращении расходов на топливо, коренным образом изменяло условия эксплуатации, позволяя увеличить вес поезда и его скорость, повысить производительность труда.

В течение восьми послевоенных лет были созданы отечественные тепловозы ТЭ1, ТЭ2, ТЭ3, быстро освоенные железными дорогами. Они явились базой для постройки еще более мощных тепловозов мощностью до 3000 л.с. в секции (ТЭ10).

В конце 1950-х гг. было построено около 100 магистральных двухсекционных тепловозов ТГ102 с гидравлической передачей типа 2(2-2) мощностью 4000 л.с., успешно работающих в эксплуатации с пассажирскими и грузовыми поездами, и несколько опытных образцов мощностью 4000 л.с. в шестисекционной с гидравлической передачей (пассажирские ТГП50 и грузовые ТГ106).

В 1953 г. на Новочеркасском электровозостроительном заводе создается первый отечественный восьмиосный электровоз постоянного тока Н8 (ВЛ8), который по конструкции экипажной части и электрооборудованию, а также электрической схеме являлся крупным отечественным научно-техническим достижением. В 1959 г. создан первый отечественный магистральный электровоз переменного тока с инвенторными выпрямителями, выгодно отличающийся от зарубежных образцов.

Долговечность элементов конструкции составляла 20 000 ч. Быстрым ростом удельной мощности характеризуется и развитие электровозов. Если у первых отечественных электровозов она составляла 15,5 кВт/т, то у электровозов переменного тока ВЛ60 и ВЛ80 она достигла 34 кВт/т, т. е. увеличилась приблизительно в 2 раза.

Технический прогресс в локомотивостроении в четвертом и последующих технологических укладах характеризуется ростом силы тяги при незначительном повышении нагрузки на рельсы, существенным повышением скорости часового режима (особенно в пятом и шестом технологических укладах) у пассажирских поездов, ростом упоминавшейся уже удельной мощности локомотивов (кВт/т), повышенными свойствами ресурсосбережения. Все это привело к значительному сокращению потребности в парке локомотивов при тех же производственных возможностях. На тепловозах ТЭ40 в 1959 г. применены высокоэкономичные 16-цилиндровые четырехтактные дизели Д70 мощностью 3000 л.с. в секции.

Ограничение веса поезда по силе тяги локомотивов в 1980-х гг. стало отрицательно отражаться на перевозочной работе в связи с повышением уровня загрузки основных направлений железных дорог и изменением условий эксплуатации. Работа локомотива на пределе использования силы тяги по сцеплению при движении по тяжелым элементам профиля пути с отклонением режима движения от расчетного приводит к повреждению оборудования электровозов — узлов моторно-колесного блока, к повышенному износу рельсов, засорению балластного слоя песком, остановкам либо движению со скоростью, ниже расчетной. Все это потребовало обратить пристальное внимание на динамику работы «колесо – рельс». В целом же появление на сети в конце 1980-х гг. серийно выпускаемых моделей новых мощных современных тепловозов и электровозов (ТЭ136, ТЭП80, ВЛ15, ВЛ85) фактически определило рубеж перехода от пятого к шестому технологическому этапу в локомотивном хозяйстве.

Шестой технологический уклад. Шестой этап ознаменовался зародившейся в пятом технологическом укладе группой перспективных пассажирских электровозов, открывшей новый этап в локомотивостроении. В конце 1990-х гг. первые электровозы этой группы стали появляться на железных дорогах сети. Однако достаточно ясные перспективы развития локомотивного хозяйства у истоков зарождения шестого уклада вследствие изменения прогноза технологического прогресса в начале 1990-х гг. потребовали уточнения приоритетов развития.

В шестом укладе дальнейшее развитие должно получить применение принципа секционирования локомотивов – обеспечения их работы по системе многих единиц. По мере увеличения числа восьмиосных вагонов со значительной погонной нагрузкой поездов (до 8–10 тс/м) появилась необходимость в использовании дополнительной параллельной весовой нормы. Вождение поездов с разным весом в широком диапазоне (от 2,5–3,0 до 12–18 тыс. т) предполагало их секционирование в обязательном порядке.

На перспективных электровозах выявилось как наиболее предпочтительное применение асинхронного тягового привода. Технико-экономические преимущества такого привода подтверждаются накапливаемым отечественным и зарубежным опытом.

Основные технологические уклады развития вагонного хозяйства. Первый и второй технологические уклады. Первые отечественные грузовые вагоны появились в 1846 г. Их начал строить Александровский завод под Петербургом. Вагоны были четырехосными с деревянным кузовом, центральной сцепкой без боковых буферов и тормозным устройством, имеющим ручной привод. Грузоподъемность крытого вагона при tare 7,8 т составляла 8,2 т. Для насыпных

и длинномерных грузов строились четырехосные платформы с весом тары 6 т и грузоподъемностью 10 т.

При переходе к металлическим несущим элементам кузовов и рамы вагона стали делать преимущественно двухосными, и длительное время после этого строились только двухосные вагоны. Для перевозки грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков, стали строить двухосные вагоны без крыши (полувагоны), а также платформы с буфером и центральным тягово-сцепным устройством. Крытые вагоны имели длину внутри кузова 6400 мм и ширину 2743 мм.

Для развития нефтяной промышленности в 1863 г. появились зарубежные цистерны, а в 1872 г. – цистерны отечественной постройки. Первые изотермические вагоны с ледяным охлаждением для перевозки скоропортящихся грузов появились в России в 1862 г., а вагон с опрокидывающимся кузовом (думпкар) для насыпного груза – в 1868 г., задолго до появления таких вагонов за рубежом.

Третий технологический уклад. После 1917 г. вагонный парк насчитывал 80% двухосных грузовых, преимущественно крытых вагонов, платформ и цистерн грузоподъемностью 15–16,5 т, имелось небольшое количество четырехосных крытых и полувагонов. Эти вагоны удовлетворяли условиям эксплуатации при небольших скоростях и малом весе поезда. Для маневровых операций на сортировочных горках прочность их была недостаточной. Весьма разнотипным был парк пассажирских вагонов, особенно на частных дорогах. Почти все вагоны имели деревянный кузов и стальную раму. У части четырехосных вагонов казенных железных дорог рама была деревянной.

Начало 1930-х гг. знаменует собой качественный скачок в строительстве нового четырехосного подвижного состава, началась серийная постройка крытых вагонов, хопперов, платформ, цистерн грузоподъемностью 50–60 т и изотермических вагонов грузоподъемностью 28,5 т со льдом. В 1931 г. конструкция поясной тележки подверглась модернизации. Ее базу уменьшили до 1800 мм из расчета постановки колесных пар с диаметром круга катания 950 или 900 мм.

В 1933 г. вагонное хозяйство выделяется в самостоятельную отрасль. Определена его организационная структура: вагонное депо или отдельный ремонтный пункт, вагонный участок и вагонная служба на дороге, Центральное управление вагонного хозяйства в НКПС. На дорогах сети в 1933 г. организовано 222 вагонных участка, из которых 54 имели полностью оборудованные депо. Созданы вагоноремонтные заводы или отдельные самостоятельные цеха в составе паровозоремонтных заводов.

Четвертый технологический уклад. В 1950–1958 гг. установлены оптимальные параметры и составлены конструктивные схемы новых типов вагонов. У крытого четырехосного вагона увеличен объем кузова с 89 до 120 м³, увеличена длина платформ до 13,4 м вме-

сто 12,97 м и др. Разработана конструктивная схема и основные параметры шестиосного полувагона. Средняя грузоподъемность отечественных четырехосных и шестиосных вагонов в 1956 г. достигла 59,3 т (в это же время на дорогах США она составляла 53,6 т).

Строящиеся в настоящее время грузовые четырехосные и многоосные вагоны имеют конструкционную скорость 120 км/ч. Повышение эксплуатационной надежности колесных пар и буксовых узлов определяется необходимостью обеспечения безопасности движения поездов. Переход к производству цельнокатаных колес и более прочных осей по новым стандартам – одно из решений данной проблемы.

В 1960 г. большое внимание уделялось теоретическим исследованиям динамики вагонов, выполняемым на основе применения аналоговых вычислительных машин (АВМ). Сочетание теоретических и экспериментальных методов исследования динамики позволило получать надежные данные о динамических характеристиках и разрабатывать параметры новых и модернизированных вагонов, обеспечивающих хорошую плавность хода и минимальные динамические перегрузки несущих элементов конструкции.

К 1960 г. был существенно усилен четырехосный полувагон, а кузов шестиосного полувагона был заново перепроектирован. С 1962 г. его стали строить в улучшенном варианте.

За последние 10 лет максимальные скорости движения пассажирских поездов возросли с 70 до 140–160 км/ч. Увеличились и маршрутные скорости, что привело к коренному изменению условий работы вагонов, значительно повысило предъявляемые к ним требования. Выполненный комплекс работ позволил установить важные закономерности динамики вагонов при скорости движения до 180 км/ч, определить конструктивную схему тележек для скоростных пассажирских вагонов и сформулировать технические требования к их устройству, включая величины параметров, обеспечивающих хорошие ходовые свойства вагонов при скорости движения до 200 км/ч.

Ненадежная работа подшипников скольжения сдерживала рост скоростей движения, делала необходимым содержание на пунктах осмотра специального штата (порядка 35 тыс. человек) для обслуживания букс. Устаревшая конструкция букс с подшипниками скольжения не позволяла использовать в полной мере преимущества электрической и тепловозной тяги – возможность длительных безостановочных пробегов и повышенных скоростей движения. Выходом из создавшегося положения была замена буксового узла с подшипниками скольжения буксовым узлом с роликовыми подшипниками. Работа по переводу магистрального подвижного состава на роликовые подшипники началась в 1950 г. Для оборудования грузовых и пассажирских вагонов выбраны цилиндрические роликовые подшипники с наруж-

ным диаметром 250 и внутренним 130 мм с беззаклепочным сепаратором.

Железнодорожный транспорт за счет перевода грузовых вагонов на роликовые подшипники ежегодно мог экономить 15 тыс. т свинца, 13 тыс. т осевой стали, более 350 тыс. т осевых масел, 10 тыс. т подбивочных материалов и технического войлока. В целом при переводе вагонов на роликовые подшипники народное хозяйство получило значительный экономический эффект.

Пятый и шестой технологические уклады. После 1980 г. технологические уклады вагоностроения связаны с совершенствованием конструкции грузовых и пассажирских вагонов и отработкой более жестких требований к конструкции вагонов. Вагоны должны обеспечивать сохранность грузов при перевозке, возможность механизации погрузки и выгрузки, иметь более значительную грузоподъемность, оснащаться тележками с современными системами рессорного подвешивания и автоматическими тормозами.

Для всех типов вагонов нового поколения преимущественно используются марки листовой и профильной стали, класс прочности которых повышен с 345 до 390 Н/мм². Однако необходима сталь с еще более высоким классом прочности (до 450 Н/мм²) для обеспечения технических свойств вагонов на уровне зарубежных аналогов.

Наиболее серьезной конструктивной переделке подвергается нефтебазинная цистерна. Используя опыт эксплуатации 8-осных безрамных цистерн на отечественных железных дорогах, а также 4-осных цистерн в зарубежных странах, в выборе решения остановились на безрамной конструкции. Ее преимущества определяются в существенном понижении центра тяжести, наиболее полном использовании пространства между тележками за счет переменного диаметра котла (большого в среднем сечении), что позволит сохранить длину вагона по осям сцепления и устройства по наливу и сливу. Предусматриваются разработка цистерны с системой пожарной безопасности, в первую очередь для перевозки сжиженных газов и других опасных грузов, а также улучшение прочностных свойств шкворневого узла и буферного бруса.

Главное направление совершенствования крытых вагонов – обеспечение максимально удобной погрузки – выгрузки, надежного крепления и сохранности перевозимых грузов. Все это предполагает увеличение внутреннего объема, устройство пола из наборных металлических секций со специальным покрытием, оборудование вагона подвижными съемными перегородками. Разрабатывается конструкция дверей с устройствами, предотвращающими навал груза, улучшается теплоизоляция кузова, обеспечивается возможность установки усовершенствованного оборудования для перевозки людей.

Таким образом, научно-технический прогресс представляет собой переплетение социально-экономических и технологических явлений и процессов, имеет вполне определенные контуры проявления, поддается измерению и оценке в отдельно взятой экономической системе. Технический прогресс в периодизации технологических укладов железнодорожного транспорта может быть непосредственно представлен потоками самих нововведений, которыми и характеризуется данный процесс. Результаты научно-технического прогресса активно влияют на важные и основополагающие экономические процессы, такие как экономический рост, жизненный уровень, благосостояние, которые одновременно оказывают значительное обратное влияние на научно-технический прогресс, способствуя его ускорению либо замедлению.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Основные тенденции современного менеджмента.
2. Циклическое развитие систем.
3. Длинные волны Н.Д. Кондратьева.
4. Периодизация больших циклов экономической конъюнктуры.
5. Циклическая модель Й. Шумпетера.
6. Технологические уклады развития систем.
7. Основные закономерности развития систем.
8. Производственные функции и их использование для целей прогнозирования.
9. Закон убывающей эффективности эволюционного совершенствования систем.
10. Законы перехода к малооперационным системам.
11. Закон возрастания необходимого разнообразия и сложности систем.
12. Технологические уклады развития железнодорожного транспорта.
13. Отражение научно-технического прогресса в технологических укладах.
14. Основные технологические уклады путевого хозяйства.
15. Основные технологические уклады локомотивного хозяйства.
16. Основные технологические уклады вагонного хозяйства.

ГЛАВА 2. КОНЦЕПЦИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА В УПРАВЛЕНИИ

§ 2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ

Понятие «жизненный цикл системы» предполагает сопоставление результативности системы в течение определенного периода времени. Кривая жизненного цикла во многом напоминает S-образную линию, так как отражает действие закона убывающей эффективности эволюционного совершенствования систем.

Жизненный цикл системы – совокупность взаимосвязанных процессов (стадий) создания, последовательного изменения состояния и утилизации системы, обеспечивающей потребности пользователя. Жизненный цикл сложной наукоемкой системы может составлять не один десяток лет, причем довольно большую часть этого времени занимают периоды разработки и проектирования. Поэтому важно изучить основополагающие закономерности его развития.

Неоднозначность выделения этапов, стадий или фаз жизненного цикла обусловлена многообразием самих систем, множественностью их целевого назначения, способов производства и т. д. Например, в соответствии с Р 50.1.031-2001, к основным этапам жизненного цикла относятся маркетинговые исследования, составление технического задания, проектирование, технологическая подготовка производства, изготовление, поставка, эксплуатация, ремонт, утилизация.

На рис. 2.1 представлены фазы жизненного цикла системы – как продукта, реализуемого на рынке и пользующегося спросом на всем его протяжении. Основными фазами жизненного цикла являются зарождение, развитие, зрелость, старение.

Можно привести следующие характеристики указанных на рис. 2.1 стадий жизненного цикла развития систем.

Зарождение (участок $A-B$). Системы, находящиеся на этой стадии, как правило, возникли недавно ввиду неудовлетворенной потребности группы потребителей или в результате развития рынков товаров, основанных на новых технологиях, ранее не существовавших или не использовавшихся для удовлетворения нужд потребителя.

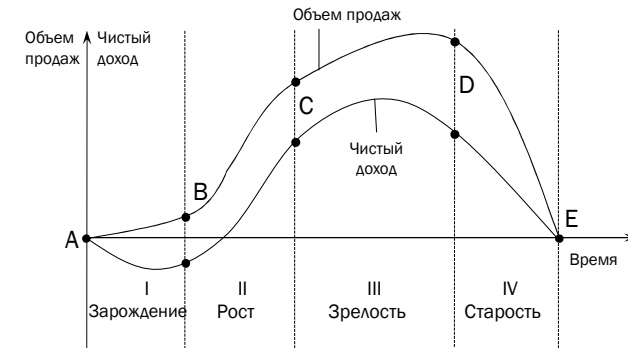


Рис. 2.1. Изменение объемов продаж и чистого дохода по фазам жизненного цикла системы

Основными характеристиками таких систем являются изменения в технологии, энергичный поиск новых потребителей и фрагментарность предложений на быстро меняющемся рынке. Объем продаж ($A-B$) растет, чистый доход, как правило, отрицателен в связи с тем, что для разработки системы расширения производственной базы осуществляется большой объем инвестиций. На этой стадии, как правило, требуются дополнительные источники финансирования для развития системы.

Развитие (участок $B-C$) – интенсивное развитие системы, т.е. приращение результатов опережает рост затрат. Точка C – точка перегиба, для которой $S''(C) = 0$ (вторая производная равна нулю). На участке ($B-C$) угол наклона между касательной и кривой более 45° . На этой стадии продукция, производимая системой, начинает пользоваться спросом у все большего числа покупателей. В этот момент обостряется конкуренция. Производители начинают бороться за получение большей доли на рынке. На стадии развития еще возможно вхождение на рынок новых производителей, хотя с течением времени это становится гораздо более трудным делом. Объем продаж ($B-C$) быстро увеличивается за счет интенсивных факторов производства.

Зрелость (участок $C-D$) – стадия полного насыщения рынка. Большинство потенциальных покупателей приобретают продукцию достаточно регулярно. Зрелость характеризуется стабильностью спроса и предложения на рынке, постоянством технологий и распределения долей на рынке. Вход на рынок новых производителей затруднен и требует значительных вложений. Объем продаж достигает предельно высокого уровня (D), но в развитии системы все большее значение приобретают экстенсивные факторы. В точке D прибыль, достигнув максимального значения, начинает снижаться $S'(D)=0$ (первая производная равна нулю). На участке ($C-D$) угол наклона между касательной и кривой жизненного цикла менее 45° .

Старение (участок $D-E$) – постепенно снижается спрос на продукцию, либо потому, что ее начинают вытеснять новые и более качественные заменители, либо потому, что меняются потребительские предпочтения покупателей. Главными характеристиками этой стадии являются падение спроса, уменьшение числа конкурентов, сужение ассортимента товаров. Объем продаж падает, прибыль снижается, денежный поток сокращается. Объем продаж стремится к нулю (E).

Следует отметить, что возможны различные изменения кривых чистого дохода и объема продаж на этапах жизненного цикла. Для одних систем жизненный цикл может закончиться на первой фазе (чистый доход, прибыль от реализации отрицательны, объем продаж равен нулю из-за отсутствия спроса), а для других может возобновляться с новой степенью интенсивности роста объема продаж (после модернизации, обновления, повышения качественных характеристик и т. п.). На рис. 2.2 приведены наиболее часто встречающиеся формы жизненных циклов. На рис. 2.2, а показана кривая «рост – резкое падение – зрелость», характерная для жизненного цикла приборов; на рис. 2.2, б – кривая с повторным циклом, характерная для новых лекарств, на рис. 2.2, в – «гребешковая» кривая жизненного цикла системы, характерная для систем, у которых выявляются новые способы использования или новый сегмент потребителей.

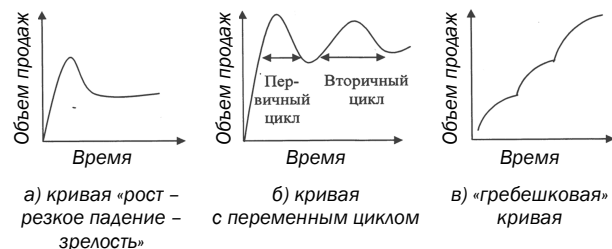


Рис. 2.2. Наиболее распространенные кривые жизненного цикла товара

Таким образом, концепция жизненного цикла систем предполагает следующее: жизненный цикл системы ограничен определенным периодом времени; по мере своего развития система проходит определенные этапы, на которых реализуются новые возможности и возникают проблемы функционирования; на разных этапах жизненного цикла темпы роста объемов производства (реализации) и получаемой прибыли значительно различаются.

Приведенные фазы жизненного цикла систем рассмотрены в наиболее общем виде. Конкретизация жизненного цикла технических систем по отдельным фазам, этапам, стадиям в разрезе отдельных элементов формирования стоимости позволяет разработать механизм управления как отдельной технической системой, так и компании в целом.

§ 2.2. ТЕХНОЛОГИИ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ (CALS-ТЕХНОЛОГИИ)

Традиционный подход, сложившийся в первоначальный период внедрения вычислительной техники в производственные процессы, состоял в том, что с ее помощью решались отдельные, частные задачи, относившиеся к различным стадиям жизненного цикла изделий. Исторически первыми здесь были задачи, позволяющие автоматизировать отдельные учетно-управленческие функции в рамках так называемой автоматизированной системы управления производством (АСУП). Почти одновременно с ней появились автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП). Затем стали разрабатываться и внедряться системы автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяли использовать средства вычислительной техники в процессах конструкторской и технологической подготовки производства (в зарубежной технической литературе они известны, под аббревиатурами *CAE*, *CAD*, *CAM*).

Предвестником века *CALS*-технологий стали идеи «безбумажной информатики» на основе электронного обмена данными, выдвинутые еще в самом начале 1970-х гг. Следующая волна развития систем интегрированной разработки и изготовления сложных наукоемких изделий в России наблюдалась в начале 1980-х гг., когда в оборонных отраслях, а также в подразделениях среднего машиностроения осознали необходимость организации комплексного технологического процесса проектирования и производства. Именно в то время родились такие системы, как КАПРИ (комплексное автоматизированное проектирование, разработка и изготовление).

Современная эпоха развития интеграции производственных данных во всем мире проходит под эгидой *CALS*-технологий – новой концепции развития производственной и коммерческой информатики.

Термин *CALS* появился в 1985 г. в оборонном комплексе США как аббревиатура интегрированной системы информационной поддержки процессов заказа, поставки, обслуживания, эксплуатации и ремонта средств вооружений и военной техники. Речь шла о стандартизации электронного представления и обмена технической и коммерческой информацией, позволяющей упорядочить и ускорить соответствующие процессы в федеральных структурах и вооруженных силах и сократить затраты, связанные с этим сложным информационным взаимодействием.

По сути, на этом этапе *CALS* представляет собой протокол цифровой передачи данных, обеспечивающий стандартные механизмы их доставки и текущего инжиниринга для проектирования сложных технических объектов. При этом в качестве форматов данных в *CALS* ис-

пользуют специальные стандарты, например, *IGES* и *STEP*. В *CALS* входят стандарты электронного обмена данными, электронной технической документации и руководства для усовершенствования процессов.

Идеология *CALS* формулируется достаточно просто: производитель обязан поставлять техническую систему в комплекте с минимальным количеством бумажной эксплуатационно-конструкторской документации с актуальной трехмерной электронной моделью. На основе этой модели должна существовать возможность получения всех необходимых в процессе эксплуатации данных как о самой технической системе, ее конструктивных и технических характеристиках, так и обо всех предписанных регламентом профилактических работах.

За прошедшие годы понятие *CALS* существенно расширилось и перестало быть прерогативой военного комплекса. Оказалось, что задачи совместного использования электронной информации и обмена ею в части данных о составе и структуре изделий, геометрических моделей, чертежей, технических руководств, описаний процессов, данных, касающихся материально-технического обеспечения, технологии информационной поддержки процессов эксплуатации сложной техники не менее актуальны и в других отраслях, связанных с наукоемкой машинно-технической продукцией.

В России в последнее время устоялась следующая русскоязычная интерпретация термина *CALS* – информационная поддержка жизненного цикла изделий (ИПИ). Однако чаще всего этот русскоязычный термин используется, когда речь идет о средствах реализации (методах, технологиях, стандартах и т.д.) концепции и стратегии *CALS*. Подчеркивая, в общем случае, идентичность этих терминов, авторы пишут «*CALS*», когда говорят о концептуальных и стратегических вопросах информационной поддержки жизненного цикла изделий, а «ИПИ» используется, если речь идет о средствах реализации этой информационной поддержки (ИПИ-методы, ИПИ-технологии, ИПИ-стандарты и т.д.). Таким образом, технология *CALS* является информационной системой, используемой для обоснования управленческих решений, и прежде всего на этапе технико-экономического обоснования, по внедрению и использованию технической системы.

В рамках международного комитета по стандартизации (*ISO*) были разработаны несколько десятков стандартов, закрепляющих накопленный в мире опыт ведения производственной деятельности с использованием электронного обмена данными.

В настоящее время работа многих крупных корпораций, разрабатывающих и производящих наукоемкую продукцию (авиакосмическая и автомобильная промышленность, судостроение) базируется на этих стандартах. Фактически понятие *CALS* получило новое звучание – сегодня это концепция организации и интегрированной информаци-

онной поддержки жизненного цикла изделия, основанная на безбумажном обмене данными и стандартизации представления данных на каждом его этапе.

Концепция и стандарты *CALS* определяют набор правил и регламентов, в соответствии с которыми строится взаимодействие субъектов в процессах проектирования, производства, испытаний, эксплуатации, сервиса и т. д. В отличие от бумажного и простейших форм электронного документооборота, основанного на электронных образах бумажных документов, в рамках *CALS* речь идет об использовании интегрированных информационных моделей (баз данных) продукции и процессов, где на практике реализуются соответствующие информационные технологии и нормативные базы.

Целью применения *CALS* как концепции организации и информационной поддержки бизнес-деятельности является повышение эффективности процессов разработки, производства, послепродажного сервиса, эксплуатации изделий за счет:

- ускорения процессов исследования и разработки продукции;
- сокращения издержек при производстве и эксплуатации продукции;
- придания изделию новых свойств и повышения уровня сервиса в процессах его эксплуатации и технического обслуживания.

Таким образом, *CALS* необходимо рассматривать как инструмент повышения эффективности бизнеса, конкурентоспособности и привлекательности продукции.

Применение *CALS* активно развивается, прежде всего, в разработке и производстве сложной наукоемкой продукции, создаваемой интегрированными промышленными структурами, включающими НИИ, КБ, основных подрядчиков, субподрядчиков, поставщиков готовой продукции, потребителей, предприятия технического обслуживания, ремонта и утилизации. Развитие концепции *CALS* обусловило появление новой организационной формы выполнения крупных проектов – «виртуального предприятия» – объединения на контрактной основе компаний, участвующих в процессах поддержки жизненного цикла изделия и действующих на основе общей системы стандартов информационного взаимодействия. В рамках «виртуальных предприятий» реализуются совместные проекты по разработке, производству, сбыту и обеспечению сервисного обслуживания различных видов наукоемких товаров.

CALS-технологии позволяют эффективно, в едином ключе решать проблемы обеспечения качества продукции, поскольку электронное описание процессов разработки, производства, монтажа и т.д. полностью соответствует международным стандартам *ISO* серии 9000.

В настоящее время целый ряд отечественных предприятий в рамках международного сотрудничества, в частности при продажах

сложных наукоемких изделий и лицензий на их производство, уже столкнулся с требованиями соблюдения стандартов *CALS* в электронной форме технической документации, а также в средствах компьютерной информационной поддержки процессов технического обслуживания материально-технического обеспечения и заказа запасных частей и ремонта.

Аналогичные проблемы возникают при взаимодействии и совместном использовании конструкторской, производственной и коммерческой информации в электронной форме. Таким образом, практическое применение *CALS*-технологий является чрезвычайно актуальной задачей.

Основные преимущества применения *CALS*:

- сокращение времени выхода изделия на рынок (сокращение временных издержек);
- снижение стоимости жизненного цикла (сокращение материальных издержек);
- повышение качества изделий.

Главными проблемами, мешающими эффективному управлению информацией об изделии, являются огромное количество информации («информационный хаос») и коммуникационные барьеры между участниками жизненного цикла изделия. Пути их решения заложены в стратегии развития и использования *CALS*, которая заключается в создании единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников жизненного цикла изделия, включая потребителя.

Преодоление информационного хаоса и коммуникационных барьеров между участниками жизненного цикла изделия приведет к улучшению взаимодействия между ними и повышению эффективности отдельных процессов. Бизнес-результатом станет снижение временных и материальных издержек и возрастание удовлетворения потребностей заказчика, а это, в свою очередь, неизбежно повысит конкурентоспособность изделия.

В основе единого информационного пространства лежит использование открытых архитектур, международных стандартов, совместных хранилищ данных и апробированных программно-технических средств. Единое информационное пространство обеспечивает совместную работу проектных организаций, производственных предприятий, поставщиков, организаций сервиса и конечного потребителя на всех стадиях жизненного цикла.

Стратегия *CALS* предусматривает двухэтапный переход к единому информационному пространству:

- автоматизация отдельных процессов (или этапов) жизненного цикла изделия и представление данных о них в электронном виде в соответствии с требованиями единого информационного пространства; предполагается, что на этом этапе обмен дан-

ными между исходными системами осуществляется отдельными файлами (электронными документами);

- интеграция автоматизированных процессов и относящихся к ним данных, уже представленных в электронном виде, в рамках единого информационного пространства; здесь взаимодействие осуществляется с помощью программных средств в режиме реального времени, параллельная работа исполнителей организуется через единую компьютерную среду.

Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделий представляют собой набор методов реализации стратегии *CALS* (т.е. набор методов создания единого информационного пространства) и достижения целей, заложенных в концепцию *CALS*. Всего можно выделить три группы технологий информационной поддержки жизненного цикла изделий:

- технологии представления данных об изделии в электронном виде (первый этап создания единого информационного пространства);
- технологии интеграции данных об изделии в рамках единого информационного пространства (второй этап создания единого информационного пространства);
- технологии реинжиниринга бизнес-процессов. Они применяются для изменения структуры процессов жизненного цикла. Эти технологии достаточно хорошо известны и активно используются в реальных проектах.

В табл. 2.1 приведены основные стандарты технологий информационной поддержки жизненного цикла изделия.

Стандартные интерфейсы взаимодействия в рамках единого информационного пространства предназначены для интеграции всех программных систем, используемых участниками на отдельных стадиях ЖЦ изделия. Поскольку программных систем очень много, а также в силу необходимости быстрой интеграции в единое информационное пространство их новых версий (случай виртуального предприятия) интерфейсы взаимодействия необходимо согласовывать с международными стандартами.

Существующие стандарты информационной поддержки жизненного цикла изделий можно разделить на функциональные (описывающие идеологию решения задач) и технические (определяющие модели и структуры данных для обмена или совместного использования). Кроме того, они классифицируются по этапам жизненного цикла и объекту описания. Например, выделяются данные о продукте, процессах и среде.

Всего существуют пять групп стандартов единого информационного пространства:

Таблица 2.1

Основные стандарты технологий информационной поддержки жизненного цикла изделий

Этап ЖЦ	Название стандарта на английском языке	Назначение стандарта	Объект описания
Проектирование и анализ бизнес-процессов	IDEF – Integrated Definition (FIPS 183); ISO 10303 AP208 (STEP)	Функциональное моделирование жизненного цикла и выполняемых бизнес-процессов	ЖЦ продукции, бизнес-процессы
	ISO-13584 (PLIB) ISO-13584 (PLIB)	Формат данных о деталях у поставщиков	Данные о компонентах изделия
	ISO 8879 (SGML – Standard Generalized Markup Language)	Способ представления информации в текстовых документах	Техническая документация на изделие
	ISO 10744 HyTime (Hypermedia/Time Based Structuring Language)	Расширение SGML в части использования гипертекста и мультимедийных объектов	Техническая документация на изделие
	ISO 10179 Document Style and Semantic Language	Требования к стилю и формату электронной документации	Техническая документация на изделие
	MIL-PRF-28001C; MIL-HDBK-28001	Рекомендации по использованию ISO 8879 SGML	Техническая документация на изделие
	MIL-PRF-28002B Raster graphics representation in binary format	Требования к представлению растровых изображений в двоичном формате для технической документации в электронном виде	Техническая документация на изделие
	MIL-PRF-28003 Color Graphics Metafile (CGM)	Требования к представлению иллюстраций для технической документации в электронном виде	Техническая документация на изделие
Эксплуатация, материально-техническое снабжение	MIL-M-87268 Manuals, Interactive Electronic Technical General Content. Style, Format and User-Interaction, Requirements (IETM)	Требования к электронным руководствам: содержание, стиль, формат, интерфейс с пользователем	Техническая документация на изделие
	MIL-D-87269 Data Base, Reusable Interactive Electronic Technical Manuals	Требования к оформлению баз данных и электронных справочников по изделиям	Техническая документация на изделие
	DEF STAN 0060 Integrated Logistic Support	Формат данных в процессах материально-технического снабжения	Объекты материально-технического снабжения

- *функциональные стандарты* предназначены для описания бизнес-процессов предприятия и их влияния на данные об изделии. Они определяют процедуру функционирования единого

информационного пространства. Примерами являются методология функционального моделирования *IDEF0 (FIPS 183)*, задающая способ описания процессов; спецификации коалиции производителей *workflow-систем (Workflow Management Coalition – WfMC)* – способ представления и обмен данными о рабочих потоках (*workflow*); стандарты календарного планирования;

- *информационные стандарты* предназначены для классификации структуры данных об изделии, используемой всеми участниками ЖЦ при выполнении бизнес-процессов. Базовым является международный стандарт для обмена данными об изделии *ISO 10303 STEP*. Кроме него сюда входят родственные ему стандарты описания каталога деталей (*ISO 13584 PLIB*) и производственной среды (*ISO 15531 MANDATE*);
- *стандарты на программную архитектуру* рассматривают архитектуру программных средств, позволяющую им обмениваться данными без непосредственного участия человека. Таким образом, становится реальным взаимодействие различных программ, изначально не ориентированных друг на друга, но построенных на основе одинаковой программной архитектуры. В качестве примера можно назвать *CORBA (Common Object Request Broker Architecture)* и *DCOM (Distributed Component Object Model)*;
- *коммуникационные стандарты* предназначены для описания способов физической передачи данных между компьютерными системами. Основой коммуникационных стандартов информационной поддержки жизненного цикла изделий являются стандарты сети *Internet*;
- *стандарты на интерфейс с пользователем* описывают интерфейс, который программные системы предоставляют для диалога с пользователем, а также процедуры их взаимодействия.

В общий стандарт нормативной базы информационной поддержки жизненного цикла изделий входят стандарты *ISO, NATO* и отдельных государств (например, ГОСТы РФ, федеральные стандарты США, стандарты Великобритании).

В настоящее время в России действуют стандарты, гармонизированные с международными стандартами серии *ISO 10303*. В целом можно констатировать, что стандартизация занимает одно из ключевых мест в решении сложной комплексной межотраслевой проблемы внедрения технологий информационной поддержки жизненного цикла изделий. Это предопределяет необходимость создания нормативного обеспечения на основе методов и средств функциональной стандартизации в данной области, гармонизированного с требованиями международных стандартов.

§ 2.3. ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ – ФОРМА РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ

Управление проектом (*project management*) – это процесс управления финансовыми, материальными и человеческими ресурсами на протяжении всего цикла осуществления проекта с помощью применения современных методов управления для достижения определенных в проекте результатов по составу и объему работ, стоимости, времени, качеству и удовлетворению участников проекта. Традиционной областью применения управления проектом являются такие сложные динамические системы, как аэрокосмонавтика, оборона, строительство промышленных и сложных гражданских объектов, высокие технологии и др. Однако в последнее время применение проектного управления становится обычным делом и в других сферах, в отношении более простых проектов, осуществляемых малыми и средними компаниями, а также для внутрифирменного управления компаниями и их развития.

Управление проектом состоит из процессов по осуществлению проекта. Система управления проектом является разновидностью кибернетической системы, состоящей из объекта управления (проекта) и субъекта управления (команды управления проектом), связанных прямой и обратной связями, посредством которых осуществляется управление. В системе управления проектом реализуются две группы процессов:

- *проектно-ориентированные процессы*, связанные с объектом управления, которые выполняются исполнителями работ проекта и направлены на достижение результатов проекта; они относятся преимущественно к производственным и технологическим процессам и включают разработку концепции проекта и его технико-экономическое обоснование; разработку проектно-сметной документации; поставку материалов и оборудования; строительно-монтажные работы; пусконаладочные работы; сдачу объекта в эксплуатацию;
- *процессы управления*, связанные с субъектом управления, которые направлены на решение управленческих задач, связанных с реализацией функций управления проектом; они относятся к организационно-экономическим процессам и включают составление описаний мероприятий по планированию, организации и координации работ в проекте.

Все процессы управления проектом могут быть разделены на пять групп, каждая из которых включает несколько процессов:

- *процессы инициации* – формальное признание того, что начнутся работы по проекту или его очередной фазы, которые включают инициацию проекта или его очередной фазы, разра-

- ботку концепции проекта, технико-экономическое обоснование, оценку и утверждение проекта (фазы);
- *процессы планирования* – разработка плана проекта и действующей организационно-технической системы управления, включающие планирование предметной области (цели, результаты), структурную декомпозицию проекта, определение работ и их взаимосвязей, планирование ресурсов, оценку продолжительности работ, календарное планирование работ, оценку стоимости и формирование бюджета проекта, организационное планирование, формирование команды проекта, планирование коммуникаций в проекте, идентификацию и оценку рисков проекта, разработку мер реагирования на риски, планирование контрактов и поставок, разработку сводного плана проекта, включающего результаты всех процессов планирования;
- *процессы выполнения* – координация людских и материальных ресурсов, которые включают организацию и координацию выполнения плана проекта; развитие команды проекта; распределение информации; подтверждение предметной области; размещение заказов на поставки, работы, услуги; заключение контрактов и их сопровождение;
- *процессы контроля* – слежение за ходом выполнения проекта и достижением целей путем мониторинга, количественной оценки выполненных по проекту работ и осуществление необходимых корректирующих воздействий для ликвидации нежелательных отклонений. Данные процессы включают представление отчетов о ходе выполнения работ по проекту, управление изменениями, контроль предметной области, сроков выполнения и стоимости проекта, контроль мероприятий по снижению рисков, контроль качества, контроль выполнения контрактов;
- *процессы закрытия* – формальная приемка выполненного проекта, закрытие контрактов и завершение проекта, включающие административное завершение проекта; закрытие контрактов.

Состояние проекта от появления идеи до завершения характеризуется изменением ряда показателей, которые определяют его сущность и на основе которых устанавливается успешность реализации проекта. Эта совокупность элементов проекта по существу и является объектом управления. В каждом проекте может быть много объектов управления, однако для всех проектов можно выделить наиболее существенные.

Предметная область проекта представляет собой совокупность продуктов и услуг, производство которых должно быть обеспечено в рамках проекта. Ее определяют цели, результаты и состав работ, которые в процессе реализации проекта претерпевают изменения. Управление предметной областью заключается в управлении этими

изменениями на протяжении жизненного цикла проекта и осуществляется через процессы инициации работ, планирования предметной области, определения предметной области, уточнения и подтверждения предметной области, контроля изменения предметной области.

Управление проектом реализуется через функции управления, которые отражают действия команды проекта по управлению проектом. Выделяют базовые и интегрирующие функции.

К базовым функциям относятся:

- управление предметной областью проекта (содержательная сущность);
- управление качеством (требования к результатам, стандарты);
- управление временными ресурсами (бюджет времени);
- управление стоимостью (финансовый и материальный бюджет).

Интегрирующими функциями являются:

- управление персоналом проекта (подбор, подготовка, организация работы);
- управление коммуникациями (мониторинг и прогнозирование хода работ и результата);
- управление контрактами (контракция исполнителей, материалов и др.);
- управление риском (снижение уровня неопределенности в проекте).

Анализ эффективности реализации каждой функции позволяет также более четко определять обязанности и права работников аппарата управления и на этой основе проектировать более рациональную систему менеджмента.

Функции являются основой содержания управления проектом и структуры системы управления. Состав и численность аппарата управления в целом, равно как состав и численность входящих в него подразделений, определяются функциями управления и составляющими их операциями.

Деятельность команды управления проектом направлена на то, чтобы объединить в общем потоке управленческого труда все относительно обособленные, хотя и неразрывно связанные управленческие функции и достигнуть планируемого результата проекта.

Успешность выполнения проекта определяется тем, насколько эффективно осуществляется его замысел, в котором сконцентрированы интересы коллективов и организаций, работающих над его реализацией. Но эффективная реализация замысла проекта возможна только при эффективном управлении процессом выполнения проекта. В управлении реализацией проекта выделяется ряд подходов: функциональный, динамический, предметный.

Функциональный подход предполагает рассмотрение основных функциональных видов управленческой деятельности: анализ, планирование, организацию, контроль, регулирование.

Динамический подход предполагает рассмотрение во времени процессов, связанных с основной деятельностью по выполнению проекта. Этот подход связан с логикой развития работ по проекту и определяет так называемое специальное управление реализацией проекта. Укрупненно эти процессы таковы: анализ проблемы, разработка концепций проекта, базовое и детальное проектирование, строительство, монтаж, наладка, пуск, эксплуатация, демонтаж.

Предметный подход определяет объекты проекта, на которые направлено управление. Таких объектов в составе проекта, по меньшей мере, два: производственные объекты и объекты (элементы), связанные с деятельностью по обеспечению реализации проекта (финансы, кадры, маркетинг, контракты, риск, материальные ресурсы, качество, информация).

В настоящее время существует большое количество стандартов и методологий управления проектами, которые имеют распространение как на международном, так и на национальном уровне:

- *PMBOK Guide (PMI, 1996)* – является совместимым с *ISO 9001*, кроме того, он имеет международное распространение и поддержку;
- *ISO 10006 (Guidelines to Quality in Project Management, ISO, 1997)*;
- *BS 6079 (British Standards Board, 1996)*;
- *DIN 69 900 series x-50-100 series (German standards DIN 69 900 to 69 903 and 69 905)*;
- *APM BOK (версия. 3.0) (APM Association for Project Managers: Body of Knowledge, версия 3, High Wycombe, 1996)*;
- *ICBIPMA Competence Baseline (IPMA, 1999)*;
- *Australian National Competency Standards for Project Management (AIPM, 1996)*;
- *PRINCE 2 (PRojects IN Controlled Environments)*;
- *ANSI/EIA-748-98 – Earned Value Management Systems (EVMS, 1998)*;
- *DSDM (Dynamic Systems Development Method)*.

Несмотря на некоторые различия в методах и технологиях управления проектами, изложенные в перечисленных стандартах, общим концептуальным подходом является ограниченность осуществления проекта во времени. Поэтому понятие жизненного цикла является одним из центральных, используемых в методологии управления проектами. На его основе:

- формируется структура проекта и определяется состав работ проекта;
- в первом приближении определяется динамика затрат и занятости персонала, привлекаемого к выполнению проекта;

- на основании структуры жизненного цикла определяются основные этапы проекта для обеспечения лучшего контроля и управления проектом.

Каждый проект имеет окружение. В качестве ближайшего окружения большинства проектов выступает внутренняя среда предприятия, где проект является составной частью «жизненного цикла организации» или других проектов.

Жизненный цикл организаций, действующих на рынке, связан со спросом на предлагаемые ими продукты и услуги и может продолжаться десятилетия. Предприятия осуществляют проекты с целью решения возникающих проблем их развития и адаптации их деятельности к изменениям окружающей среды. Проект может быть тесно связан с внедрением новой техники или технологического процесса, выпуском новой продукции или услуг и осуществлением необходимых для этих целей изменений. Таким образом, жизненный цикл проекта связан с жизненным циклом организации, жизненным циклом технологии, жизненным циклом технической системы, жизненным циклом продукта, с жизненным циклом других проектов.

Все эти жизненные циклы имеют четкие границы и взаимосвязи. Установление границ для этих жизненных циклов очень важно для того, чтобы определить сферу деятельности и компетенции управления проектом, руководителя проекта и его команды, а также для четкого разграничения и установления взаимосвязей между общим управлением предприятием, управлением проектами (изменениями на предприятии) и техническим управлением (управлением технологическими процессами на предприятии). На рис. 2.3 показана общая схема соотношения жизненных циклов организации, технологии технической системы (изделия) и проекта.

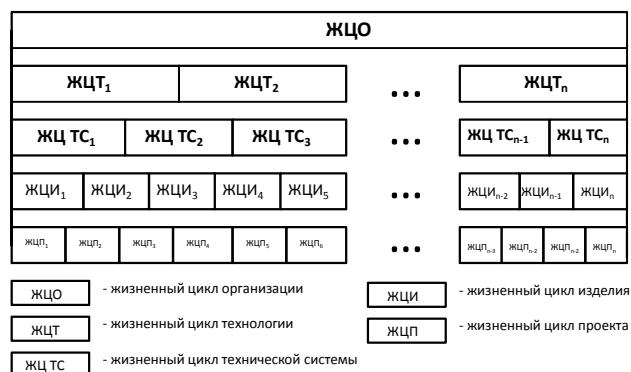


Рис. 2.3. Обобщенная схема соотношения жизненных циклов деятельности организации, технологии, технической системы, изделия и проекта

Каждый жизненный цикл имеет свои стадии и процессы протекания. Следует отметить, что в качестве отдельных проектов на предприятии могут быть изменение технологии, замена технических систем, обновление продукции и т.д., а проектное управление направлено на обособленный учет затрат ресурсов и результатов от их реализации для обоснованного принятия управленческих решений и своевременной их корректировке.

Реализация проектов подчиняется общим закономерностям развития, которые необходимо учитывать в рамках проектно-ориентированного управления. Адекватное понимание роли и места проекта в жизненном цикле организации позволяет эффективно организовать подготовку и осуществление проекта с привлечением постоянных работников функциональных подразделений организации при тесном взаимодействии с ее руководством.

В настоящее время особый интерес представляет реализация инновационных проектов. Основными стадиями жизненного цикла инновационных проектов являются:

- предпроектная;
- инициирования инновационного проекта;
- выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ;
- внедрения и использования инновационного продукта;
- завершения инновационного проекта.

В табл. 2.2 приведены процессы инновационных проектов в разрезе стадий жизненного цикла.

С целью эффективного управления реализацией инновационных проектов, осуществления стратегического и среднесрочного планирования инновационной деятельности, контроля за реализацией инновационных проектов на разных стадиях их жизненного цикла, внесения корректировок в ход выполнения проектов, отказа от реализации проектов, не соответствующих целям и интересам инвесторов, осуществляется паспортизация инновационных проектов. Паспорт инновационного проекта составляется по стадиям жизненного цикла с разбивкой по годам.

Детализация процессов реализации инновационного проекта по стадиям его жизненного цикла позволяет сформировать эффективную систему проектного управления с выделением ключевых бизнес-процессов и постоянного их мониторинга и контроллинга.

Таблица 2.2

Процессы инновационных проектов в разрезе стадий жизненного цикла

Стадия жизненного цикла	Процессы инновационных проектов
Предпроектная	Выявление проблем в технической и хозяйственной деятельности, требующих научно-технического решения; выявление потребностей в новой технике, технологиях, иных результатах инновационных проектов; мониторинг перспективных научно-технических разработок; анализ инновационных предложений научных, учебных и иных организаций
Инициирование инновационного проекта	Выбирается исполнитель; определяется целевая задача, на решение которой направлен инновационный проект; описываются совершенствуемые производственные и управленческие процессы; разрабатывается программа внедрения – комплекс технических, экономических и организационных мероприятий, приводящих к созданию и использованию инновационного продукта; формируется техническое задание на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ; составляется план научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ; определяются размеры финансирования по работе в целом и по каждому этапу плана работ; определяется инновационный продукт, который должен быть создан в результате реализации инновационного проекта; определяется перечень объектов интеллектуальной собственности, которые должны быть созданы в результате реализации инновационного проекта; составляется технико-экономическое обоснование инновационного проекта; составляется заявка на включение инновационного проекта в план НТР; заявка рассматривается и одобряется; проводится первоначальная экспертиза заявки с привлечением экспертов; в случае наличия замечаний производится корректировка заявки; подтверждается цена проекта; при отклонении заявка дорабатывается и может быть представлена повторно; производится включение заявки в реестр заявок; инновационные проекты утверждаются в составе плана
Выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ	Заключение договора на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ; непосредственно выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ: научные исследования; изготовление опытных образцов; разработка технологической, конструкторской, проектной документации; разработка нормативно-методических документов; проведение патентных исследований; проведение испытаний; осуществление авторского надзора; мониторинг выполнения работ с целью корректировки хода их выполнения, прекращения выполнения работ в случае, если будут выявлены нецелесообразность дальнейшего продолжения работ, невозможность получения ожидаемых результатов; приемка научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ; передача инновационных продуктов; единичное внедрение инновационных продуктов
Внедрение и использование инновационного продукта	Испытание образцов новой техники; серийный выпуск новой техники; массовое внедрение и применение новой техники, технологий; сертификация новой техники; получение охранных документов на объекты интеллектуальной собственности; мониторинг эффективности массового внедрения инновационных продуктов с целью подтверждения заявленных исполнителями показателей эффективности, объемов внедрения; коммерциализация интеллектуальной собственности
Завершение инновационного проекта	Списание (ликвидация) новой техники; прекращение использования технологий, других инновационных продуктов; подведение итогов инновационного проекта в части достижения поставленной цели, получения ожидаемой эффективности проекта

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Жизненный цикл систем: понятие и сущность.
2. Фазы жизненного цикла развития систем.
3. Технологии непрерывной и информационной поддержки жизненного цикла изделия.
4. Этапы развития CALS-технологий.
5. Цели и задачи CALS-технологий.
6. Преимущества и недостатки CALS-технологий.
7. Роль единого информационного пространства в управлении жизненным циклом изделий.
8. Стандарты развития CALS-технологий.
9. Сущность проектного управления.
10. Группы процессов в проектном управлении.
11. Подходы к управлению проектами.
12. Жизненный цикл в системе проектного управления.
13. Основные стандарты проектного управления.
14. Процессы инновационных проектов в разрезе стадий жизненного цикла.
15. Цели и задачи паспортизации проектов.
16. Преимущества проектно-ориентированного управления.

ГЛАВА 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

§ 3.1. РОЛЬ ИНВЕСТИЦИЙ В РАЗВИТИИ СИСТЕМ

В наиболее широкой трактовке **инвестиции** (от лат. *invest* – вкладывать) определяют как вложение капитала с целью последующего его увеличения. Увеличение капитала происходит за счет роста экономического потенциала хозяйствующего субъекта, а также повышения его отдачи. Отдача капитала повышается вследствие интенсификации использования производственных ресурсов за счет внедрения новых технических систем, использования прогрессивных технологий и других видов инноваций. Таким образом, инвестиции являются источником развития социально-экономических систем, залогом их стабильного функционирования.

В соответствии с Федеральным законом от 25.02.1999 г. № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений», инвестиции – денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта. Основой развития компаний являются инвестиции в создание новой, расширение, реконструкцию, модернизацию, техническое перевооружение материально-технической базы производства. Перечисленные формы воспроизводства основных средств отличаются объемами финансирования и изменения их технико-эксплуатационных свойств.

На рис. 3.1 приведена динамика инвестиций в основной капитал российских предприятий.

Понятие инвестиций связано с понятием экономического роста, так как инвестиционная деятельность предполагает последующее увеличение капитала. Под экономическим ростом обычно понимают долговременные изменения уровня реального объема производства, связанные с развитием производительных сил.

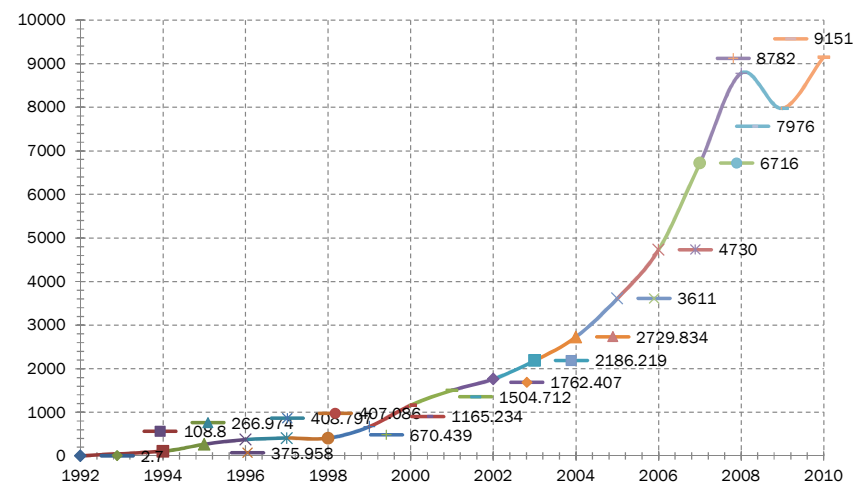


Рис. 3.1. Динамика инвестиций в основной капитал, млрд руб. (до 1998 г. учтена девальвация рубля)

Факторами экономического роста называются явления и процессы, определяющие масштабы увеличения реального объема производства, возможности повышения его эффективности и улучшения качественных характеристик производственного процесса. Среди таких факторов выделяют производственные ресурсы, численность и качество трудовых ресурсов, объем и структуру основного капитала, совершенствование технологии и организации производства, повышение количества и качества вовлекаемых в хозяйственный оборот природных ресурсов, систему управления производством. На основе закономерностей развития систем от факторов производства формируют производственные функции, которые позволяют прогнозировать и планировать изменение системы при различных наборах производственных ресурсов. Наиболее известна двухфакторная производственная функция Кобба – Дугласа (подробнее см. раздел 1.2). Из этой функции видно, что объем производства определяется двумя факторами: трудовыми ресурсами и капиталом, т.е. требуемый объем производства можно получить при различных сочетаниях перечисленных факторов. Для увеличения объема производства, обеспечения экономического роста необходимо увеличивать либо капитал, либо трудовые ресурсы, либо оба фактора одновременно. Так как возможности увеличения трудовых ресурсов ограничены, то главным источником роста становится капитал, увеличить который можно наращивая инвестиции.

С другой стороны, для определения роли инвестиций в экономике следует рассмотреть понятия «валовые» и «чистые инвестиции». *Валовые инвестиции* (ВИ) – общий объем инвестируемых средств в

определенном периоде, направляемых на поддержание и увеличение основного капитала. Их величина складывается из объема чистых инвестиций (ЧИ) и амортизационных отчислений (АО):

$$ВИ = ЧИ + АО.$$

Чистые инвестиции – вложения капитала с целью увеличения, наращивания основных средств путем строительства зданий и сооружений, производства и установки новых технических систем, модернизации действующих производственных мощностей.

Динамика показателя чистых инвестиций отражает характер экономического роста в определенном периоде:

- если ЧИ > 0 (т. е. ВИ > АО) – это означает, что экономика находится на стадии развития, так как обеспечивается расширенное воспроизводство ее производственного потенциала;
- если ЧИ = 0 (т. е. ВИ = АО) – это означает отсутствие экономического роста, производственный потенциал не изменяется, осуществляется простое воспроизводство;
- если ЧИ < 0 (т. е. ВИ < АО) – это означает снижение производственного потенциала и, как следствие, уменьшение объема выпускаемой продукции, увеличение уровня износа основных фондов.

Следует подчеркнуть, что недостаток инвестиций приводит к увеличению уровня износа производственного потенциала, а следовательно, повышению риска невыполнения им своих функций. Уровень износа основных средств организаций транспорта в 2009 г. составлял 32,2% (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Динамика уровня износа организаций транспорта

Вид транспорта	Уровень износа, %					Темпы роста, %			
	2005	2006	2007	2008	2009	2006 к 2005	2007 к 2006	2008 к 2007	2009 к 2008
Транспорт – всего	23,0	27,5	28,1	29,1	32,2	119,6	102,2	103,6	110,7
в том числе:									
железнодорожный	14,4	18,5	21,5	23,8	27,0	128,5	116,2	110,7	113,4
автомобильный (автобусный), пассажирский, подчиняющийся расписанию	47,8	49,6	46,9	47,6	50,5	103,8	94,6	101,5	106,1
городской электрический	13,4	13,4	13,9	13,5	14,8	100,0	103,7	97,1	109,6
автомобильный грузовой	50,1	52,9	45,3	44,5	45,7	105,6	85,6	98,2	102,7
трубопроводный	41,9	45,6	45,0	42,7	45,4	108,8	98,7	94,9	106,3
морской	55,0	51,2	45,9	39,4	34,2	93,1	89,6	85,8	86,8
внутренний водный	60,9	69,7	71,4	66,8	66,0	114,4	102,4	93,6	98,8
воздушный	50,9	50,3	48,3	48,2	49,8	98,8	96,0	99,8	103,3

Наибольший уровень износа основных фондов наблюдается на предприятиях внутреннего водного транспорта – более 66%. Уровень износа автомобильного грузового транспорта составляет более 45,4%, трубопроводного – более 45%, воздушного – около 50%. Следует отметить, что критическим уровнем износа системы с точки зрения перспектив развития социально-экономической системы является уровень 45%. Таким образом, для перечисленных видов экономической деятельности в сфере транспорта наблюдается критическое состояние основных фондов, что требует увеличения объемов инвестиций в эти экономические виды деятельности.

Уровень износа основных средств железнодорожного транспорта за рассматриваемый период возрос почти в 2 раза (с 14,4 до 27,0%). По оценкам специалистов, степень износа основных производственных фондов железнодорожного транспорта значительно выше и составляет более 60%, а по некоторым их группам значительно выше. Например, в годовом отчете ОАО «РЖД» за 2009 г. указывается, что просрочен срок службы у 796 пассажирских электровозов (18,66%), из которых 483 – постоянного тока и 313 – переменного тока. В грузовом движении с истекшим сроком службы находятся 523 электровоза переменного тока (12,3%), 876 магистральных (20,5%) и 1896 маневровых тепловозов (44,4%). Средний возраст вагонного парка составляет более 20 лет при среднем нормативном сроке службы 28 лет, т.е. общий износ – более 71,4%. В связи со снижением в 2009 г. объемов капитального ремонта пути возросло число участков со сверхнормативным пропущенным тоннажом и сверхнормативным сроком эксплуатации. На 31.12.2009 г. протяженность таких участков составила 19,4 тыс. км (15,7%), из них на 1-2-м классах – 10,5 тыс. км, на 3-4-м классах – 8,9 тыс. км. Уровень негодных деревянных шпал в главных путях за год возрос на 0,39% и составил 11,57% (против 11,18% в 2008 г.).

Следует отметить, что объем инвестиций в основной капитал транспортных компаний за период 2005–2009 гг. увеличился в 2,18 раза (с 596,1 млрд. руб. в 2005 г. до 1 298,4 млрд. руб. в 2009 г.). При этом наибольшие темпы роста инвестиций в основной капитал имеет трубопроводный и городской электрический транспорт (в 2,3 раза). Доля трубопроводного транспорта в общем объеме инвестиций составляет 39,3%, а городского электрического – 4,8%. На железнодорожном транспорте объем инвестиций в основной капитал увеличился более чем в 2 раза и составил в 2009 г. более 289,1 млрд. руб., а в 2010 г. – более 317,4 млрд. руб. Наибольшую долю в общем объеме инвестиций в основной капитал транспортных компаний имеют трубопроводный транспорт в среднем 37,2%, железнодорожный – около 21,7%. На эти виды транспорта приходится почти 60% инвестиций в транспортную инфраструктуру. В табл. 3.2 приведено сопоставление динамики темпов роста уровня износа основных средств железнодо-

рожного транспорта и объемов инвестиций в основной капитал. Данные табл. 3.2 показывают, что уровень износа на железнодорожном транспорте повышается несмотря на увеличение объемов. В связи с этим требуется интенсификация инвестиционных и инновационных процессов для преодоления этой негативной тенденции.

Таблица 3.2

Динамика уровня износа и объемов инвестиций на железнодорожном транспорте

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009
Уровень износа основных средств, %	14,4	18,5	21,5	23,8	27
% к предыдущему году	–	128,5	116,2	110,7	113,4
Объем инвестиций, млрд. руб.	141 351	142 238	190 353	345 436	289 104
% к предыдущему году	–	100,6	133,8	181,5	83,7

Активность использования инвестиционных ресурсов как экономического фактора предопределяется их мультипликационным свойством, суть которого состоит в том, что инвестиционные ресурсы обеспечивают приращение капитала на величину, большую, чем сами инвестиционные ресурсы. В экономической теории этот процесс возрастания дохода в большем объеме, чем объем инвестиций в экономику, носит название «эффект мультипликатора».

Увеличение дохода, полученного в результате увеличения первоначальных инвестиций, вызывает рост спроса на потребительские товары. Вследствие этого начинается расширение отраслей, производящих потребительские товары, что в свою очередь приводит к росту спроса на товары производственного назначения (средства производства). Причем изменения спроса на потребительские товары вызывают большие изменения спроса на товары производственного назначения.

Значение инвестиций в разрезе уровней управления экономической проявляется в обеспечении:

- на макроуровне:
 - ✓ расширения воспроизводства основного капитала;
 - ✓ ускорения научно-технического прогресса и внедрения инноваций;
 - ✓ сбалансированного развития видов экономической деятельности;
 - ✓ решения социальных и экологических проблем;
 - ✓ повышения обороноспособности страны;
 - ✓ повышения конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей на мировых рынках;
- на микроуровне:
 - ✓ создания, расширения, реконструкции, модернизации, технического перевооружения предприятий;

- ✓ предотвращения морального и физического износов основных фондов, а также повышения фондовооруженности труда;
- ✓ повышения качества продукции предприятия;
- ✓ реализации мероприятий по охране окружающей среды;
- ✓ достижения социальных и иных целей предприятия.

Таким образом, инвестиции играют ключевую роль в развитии систем. Вовлечение дополнительного капитала в хозяйственный оборот способствует росту производственного потенциала, освоению прогрессивных технологий и внедрению новых технических систем. При этом вложение инвестиций должно быть обосновано и целесообразно, а также соответствовать стратегии развития компании.

§ 3.2. ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Цель экономического анализа инвестиционной деятельности заключается в определении эффективности и целесообразности реализации инвестиционных проектов по развитию технических систем и внедрению прогрессивных технологий.

Инвестиционный проект представляет собой совокупность мероприятий по осуществлению инвестиционной деятельности хозяйствующего субъекта и ее документальное сопровождение, предусматривающая вложение капитала в определенный объект инвестиций, направленная на реализацию детерминированных во времени инвестиционных целей и достижение планируемых результатов. В качестве инвестиционного проекта могут выступать создание объектов инфраструктуры, приобретение подвижного состава и других сложных технических систем железнодорожного транспорта. При разработке инвестиционного проекта осуществляется обоснование экономической целесообразности, объема и сроков инвестиций (первоначальных затрат), подготовка необходимой проектно-сметной документации в соответствии с законодательством Российской Федерации и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описание практических действий по осуществлению инвестиционной деятельности.

Жизненный цикл инвестиционного проекта рассматривается как совокупность последовательных во времени ступеней, этапов, стадий, фаз от момента вложения средств в его разработку и до момента его завершения. На рис. 3.2 приведены основные составляющие жизненного цикла инвестиционного проекта и схематичный график изменения интегрального эффекта целесообразного к реализации инвестиционного проекта. **Фаза инвестиционного проекта** – набор логически взаимосвязанных стадий, этапов, работ проекта, в процессе завершения которых достигается один из основных результатов проекта.

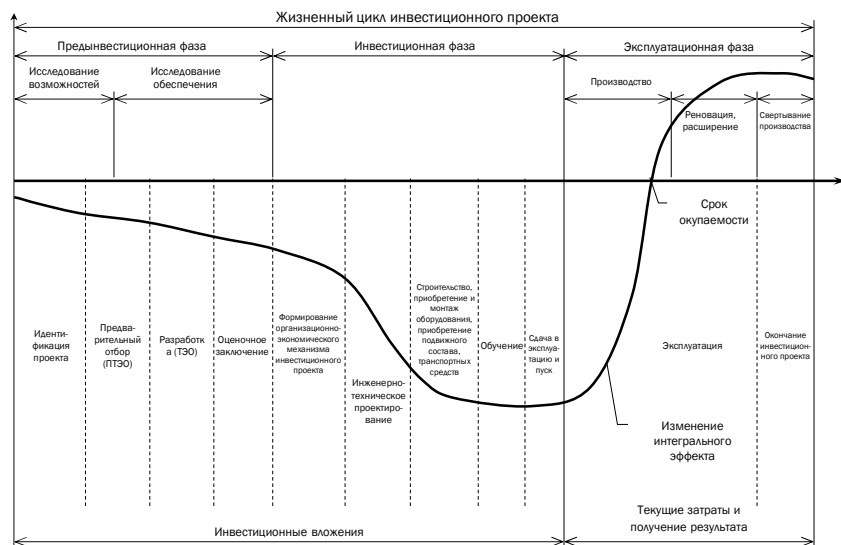


Рис. 3.2. Жизненный цикл инвестиционного проекта

На **предынвестиционной фазе** определяется примерная стоимость инвестиционного проекта и структура инвестиционных затрат реализации. На **инвестиционной фазе** инвестиционного проекта формируется основной объем инвестиционных вложений в проект. Эти затраты должны быть погашены **на фазе реализации проекта (эксплуатационной)**. В противном случае реализация инвестиционного проекта не эффективна. Оценка эффективности инвестиционного проекта проводится в два этапа.

На **первом этапе** рассчитываются показатели эффективности проекта в целом. Цель этого этапа – агрегированная экономическая оценка проектных решений и создание необходимых условий для поиска инвесторов. Для локальных проектов оценивается только их коммерческая эффективность и, если она оказывается приемлемой, рекомендуется непосредственно переходить ко второму этапу оценки. Для общественно значимых проектов оценивается в первую очередь их общественная эффективность. При неудовлетворительной общественной эффективности такие проекты не рекомендуются к реализации и не могут претендовать на государственную поддержку. Если же их общественная эффективность оказывается достаточной, оценивается их коммерческая эффективность. При недостаточной коммерческой эффективности общественно значимого инвестиционного проекта рекомендуется рассмотреть возможность применения раз-

личных форм его поддержки, которые позволили бы повысить коммерческую эффективность программы до приемлемого уровня.

Второй этап оценки осуществляется после выработки схемы финансирования. На этом этапе уточняется состав участников и определяются финансовая реализуемость и эффективность участия в проекте каждого из них (региональная и отраслевая эффективность, эффективность участия в проекте отдельных предприятий и акционеров, бюджетная эффективность и пр.).

Особенности оценки эффективности на разных стадиях разработки и осуществления проекта различаются по видам эффективности, а также по набору исходных данных и степени подробности их описания.

На стадии разработки инвестиционного предложения во многих случаях можно ограничиться оценкой эффективности инвестиционного проекта в целом. Схема финансирования проекта может быть намечена в самых общих чертах (в том числе по аналогии, на основании экспертных оценок).

При разработке обоснования инвестиций и технико-экономического обоснования проекта должны оцениваться все виды эффективности (техническая, экономическая, социальная и др.). При этом на стадии разработки технико-экономического обоснования должны использоваться реальные исходные данные, в том числе и по схеме финансирования.

В процессе экономического мониторинга проекта рекомендуется оценивать и сопоставлять с исходным расчетом только показатели эффективности участия предприятий в проекте. Если при этом обнаруживается, что показатели эффективности, полученные при исходном расчете, не достигаются, рекомендуется на основании расчета эффективности инвестиций для участников программы (проекта) с учетом только предстоящих затрат и результатов рассмотреть вопрос о целесообразности продолжения проекта, введения в него изменений и т.д. После этого пересчитываются эффективность участия предприятия – проектоустроителя и эффективность участия в реализации проекта других участников.

Эффективность инвестиционного проекта оценивается в течение расчетного периода, охватывающего временной интервал от начала проекта до его прекращения. Расчетный период разбивается на шаги – отрезки, в пределах которых производится агрегирование данных, используемых для оценки финансовых показателей. Шагам расчета присваиваются номера (0, 1, ...). Время в расчетном периоде измеряется в годах или долях года и отсчитывается от фиксированного момента $t_0 = 0$, принимаемого за базовый (обычно из соображений удобства в качестве базового принимается момент начала или конца нулевого шага; при сравнении нескольких проектов базовый момент

для них рекомендуется выбирать одним и тем же). Продолжительность разных шагов может быть различной.

Инвестиционный проект, как и любая другая хозяйственная операция, связан с получением доходов и осуществлением расходов, что порождает соответствующие денежные потоки. В процессе анализа инвестиционной деятельности на каждом расчетном шаге устанавливается **значение денежного потока**, которое определяется: **притоком**, равным размеру денежных поступлений; **оттоком**, равным платежам; **сальдо**, равным разности между притоком и оттоком.

Денежный поток анализируется в разрезе отдельных видов деятельности.

1. Для денежного потока от инвестиционной деятельности относятся:

- к оттокам – капитальные вложения, затраты на пусконаладочные работы, ликвидационные затраты в конце проекта, затраты на увеличение оборотного капитала и средства, вложенные в дополнительные фонды;
- к притокам – продажа активов (возможно, условная) в течение и по окончании проекта, поступления за счет уменьшения основного капитала.

2. Для денежного потока от операционной деятельности относятся:

- к притокам – выручка от реализации, а также прочие и внереализационные доходы, в том числе поступления от средств, вложенных в дополнительные фонды;
- к оттокам – производственные издержки, налоги.

3. Для денежного потока от финансовой деятельности относятся:

- к притокам – вложения собственного (акционерного) капитала и привлеченных средств – субсидий и дотаций, заемных средств, в том числе за счет выпуска предприятием собственных долговых ценных бумаг;
- к оттокам – затраты на возврат и обслуживание займов и выпущенных предприятием долговых ценных бумаг (в полном объеме, независимо от того, были они включены в притоки или в дополнительные фонды), а также при необходимости – затраты на выплату дивидендов по акциям предприятия.

На основе анализа денежных потоков от осуществления инвестиционного проекта составляется схема его финансирования, которая подбирается таким образом, чтобы обеспечивалась финансовая реализуемость проекта, т.е. такая структура денежных потоков, при которой на каждом шаге расчета имеется достаточное количество капитала для его продолжения. Если не учитывать неопределенность и риск, то достаточным (но не необходимым) условием финансовой ре-

ализуемости проекта является неотрицательность на каждом шаге величины накопленного сальдо потока. При разработке схемы финансирования определяется потребность в привлеченных средствах и в дополнительном финансировании. На основе схем финансирования определяются показатели эффективности участия в проекте.

Таким образом, задачами анализа инвестиционной деятельности являются:

- комплексная оценка потребности и наличия требуемых условий инвестирования;
- обоснованный выбор источников финансирования и их цены;
- выявление факторов (объективных и субъективных, внутренних и внешних), влияющих на отклонение фактических результатов инвестирования от запланированных ранее;
- оптимальные инвестиционные решения, укрепляющие конкурентные преимущества фирмы и согласующиеся с ее тактическими целями;
- приемлемые для инвестора параметры риска и доходности;
- постинвестиционный мониторинг и разработка рекомендаций по улучшению качественных и количественных результатов инвестирования.

§ 3.3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ

Основные положения оценки эффективности инвестиций. *Эффективность инвестиций* определяется сопоставлением *полезного результата*, полученного в ходе реализации инвестиционного проекта, и *инвестиционных затрат*, его обусловивших.

Полезным результатом применительно к интересам инвестора являются прирост национального дохода, снижение текущих расходов по производству продукции или оказанию услуг, рост дохода или прибыли предприятия, снижение энергоемкости и ресурсоемкости продукции и т.п.

К инвестиционным относят затраты на осуществление технико-экономических исследований инвестиционных возможностей; разработку технико-экономического обоснования, бизнес-плана реализации инвестиционного проекта; на выполнение научно-исследовательских работ; разработку проектно-сметной документации; осуществление проектно-изыскательских работ; приобретение подвижного состава и оборудования; на строительно-монтажные работы и т. п.

Способы сопоставления полезного результата и инвестиционных затрат:

- отношение результата и инвестиционных затрат характеризует результат, полученный в расчете на единицу затрат (например, показатель «рентабельность инвестиций»);

- отношение инвестиционных затрат и результата означает затраты, приходящиеся на единицу достигаемого результата; примером такого показателя может служить «срок окупаемости инвестиций»;
- разность результата и инвестиционных затрат характеризует превышение результатов над осуществленными затратами. В таком виде выступает, например, показатель «интегральный эффект», отражающий превышение стоимостных оценок приведенных результатов над совокупностью затрат за расчетный период;
- разность инвестиционных затрат и результата показывает превышение затрат над получаемым при этом результатом. К данному виду показателей может быть отнесен показатель «потребность в дополнительном финансировании».

Оценка эффективности инвестиционных проектов по развитию железнодорожного транспорта опирается на **основные принципы**, сложившиеся в мировой практике, и подходы к оценке, адаптированные для условий рыночной экономики. Главными из них являются:

- рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла (расчетного периода) – от проведения прединвестиционных исследований до прекращения проекта;
- моделирование денежных потоков, включающих все связанные с осуществлением проекта денежные поступления и расходы за расчетный период, с учетом возможности использования различных валют;
- сопоставимость условий сравнения различных проектов; сравниваемые варианты должны оцениваться с помощью единой системы показателей эффективности инвестиционных проектов; исходная информационная база, точность и методы определения как стоимостных, так и натуральных показателей по вариантам должны быть одинаковыми; нельзя, например, допускать, чтобы оценка эффекта от реализации инвестиционного проекта по одному варианту рассчитывалась по укрупненным измерителям работы железных дорог, а по другому – по единичным;
- принцип положительности и максимума эффекта; чтобы инвестиционный проект, с точки зрения инвестора, был признан эффективным, необходимо, чтобы эффект реализации порождающего его проекта был положительным; при сравнении альтернативных инвестиционных проектов предпочтение должно отдаваться проекту с наибольшим значением эффекта;
- учет фактора времени; при оценке эффективности проекта должны учитываться различные аспекты фактора времени, в том числе динамичность (изменение во времени) параметров проекта и его экономического окружения; разрывы во времени (лаги) между производством продукции или поступлением ре-

сурсов и их оплатой; неравноценность разновременных затрат и (или) результатов (предпочтительность более ранних результатов и более поздних затрат);

- учет только предстоящих затрат и поступлений; при расчетах показателей эффективности должны учитываться только предстоящие в ходе осуществления проекта затраты и поступления, включая затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, а также предстоящие потери, непосредственно вызванные осуществлением проекта (например, от прекращения действующего производства в связи с организацией на его месте нового);
- сравнение с проектом и без проекта; оценка эффективности инвестиционного проекта должна производиться сопоставлением ситуаций не до проекта и после проекта, а с проектом и без проекта;
- учет всех наиболее существенных последствий проекта; при определении эффективности инвестиционного проекта должны учитываться все последствия его реализации – как непосредственно экономические, так и внеэкономические (внешние эффекты, общественные блага); в тех случаях, когда их влияние на эффективность допускает количественную оценку, ее следует произвести; в других случаях учет этого влияния должен осуществляться экспертно;
- учет наличия разных участников проекта, несовпадения их интересов и различных оценок стоимости капитала, выражающихся в индивидуальных значениях нормы дисконта;
- многоэтапность оценки; на различных стадиях разработки и осуществления проекта (обоснование инвестиций, технико-экономического обоснования, выбор схемы финансирования, экономический мониторинг) его эффективность определяется заново, с различной глубиной проработки;
- учет влияния на эффективность инвестиционного проекта потребности в оборотном капитале, необходимом для функционирования создаваемых в ходе реализации проекта производственных фондов;
- учет влияния инфляции (учет изменения цен на различные виды продукции и ресурсов в период реализации проекта) и возможности использования при реализации проекта нескольких валют;
- учет (в количественной форме) влияния неопределенностей и рисков, сопровождающих реализацию проекта.

В зависимости от учета факторов при определении показателей эффективности показатели эффективности разделяют на показатели общей (абсолютной) эффективности и показатели сравнительной (относительной) эффективности.

Показатели общей (абсолютной) эффективности позволяют оценить эффективность вкладываемого капитала по выбранному инвестиционному проекту. Показатели сравнительной (относительной) эффективности используются для выбора наиболее рационального решения из нескольких. Для определения сравнительной экономической эффективности достаточно учесть только изменяющиеся по вариантам части затрат и результата. При определении общей экономической эффективности учитываются полностью все затраты и в полном объеме результат, обусловливаемый этими затратами. Общая эффективность характеризует меру рациональности использования общей суммы затраченных ресурсов, сравнительная эффективность – меру рациональности использования дополнительных, а не всех затрат – по одному варианту решения по сравнению с другим. Использование системы показателей абсолютной эффективности при обосновании экономической эффективности проектов может дополняться расчетом показателей сравнительной эффективности. Это необязательное условие для реализации инвестиционных проектов. Показатели сравнительной эффективности используются при оценке эффективности инновационных проектов, так как отражают дополнительные экономические преимущества инновации по сравнению с другими объектами инвестиций.

В зависимости от учета фактора времени показатели выбора вариантов инвестиций можно разделить на статические и динамические. Динамические показатели рассчитываются с учетом изменения условий эксплуатации объектов в течение расчетного периода сравнения вариантов, влияния изменения инфляционных факторов на инвестиционные и текущие затраты, а также неравнозначности расходов во времени. Следует отметить, что степень точности исходной информации на перспективные периоды, используемой для расчета динамических показателей, обуславливает наличие различной степени неопределенности. Напротив, при определении статических показателей не учитывается изменение во времени факторов, их определяющих.

Для учета фактора времени в расчетах инвестиционных проектов используется дисконтирование денежных потоков – процедура приведения их разновременных (относящихся к разным шагам расчета) значений к их ценности на определенный момент времени.

Основной причиной применения процедуры дисконтирования денежных потоков в экономических расчетах является неодинаковая их ценность в разные периоды времени, определяемая, в первую очередь, действием объективных экономических законов (убывающей отдачи спроса и предложения, конкуренции и т. п.), а не инфляцией, как кажется на первый взгляд. Инфляция как особый вид риска учитывается с помощью специальных методов.

Дисконтирование денежного потока осуществляется путем умножения его текущего значения на коэффициент дисконтирования

в текущий период. В общем виде коэффициент дисконтирования (η_t) определяется по формуле

$$\eta_t = (1+d)^{t_{пр}-t},$$

где d – норма дисконта;

$t_{пр}$ – момент приведения;

t – текущий период.

На практике за момент приведения обычно принимается базовый момент (однако это необязательное условие, и момент приведения может не совпадать с базовым), т. е. $t_{пр} = 0$. Таким образом, формула принимает наиболее часто употребляемый вид:

$$\eta_t = \frac{1}{(1+d)^t}.$$

Норма дисконта – экзогенно задаваемый основной экономический норматив, используемый при оценке эффективности проектов и характеризующий требуемую норму прибыли конкретного инвестора.

В отдельных случаях значение нормы дисконта может выбираться различным для разных шагов расчета (переменная норма дисконта). Это может быть целесообразно в случаях переменного по времени риска; переменной по времени структуры капитала при оценке коммерческой эффективности проекта и т. п.

Наиболее распространенными являются следующие методы обоснования нормы дисконта.

1. Средневзвешенная стоимость капитала (WACC-метод) – это средний процент, который уплачивается за использование капитала (например, собственного и заемного). В общем виде она определяется как

$$d = \sum_i \gamma_i r_i$$

где γ_i – удельный вес i -го источника финансирования в общей структуре используемого капитала;

r_i – стоимость использования капитала из i -го источника финансирования.

2. Процент по заемному капиталу – текущая эффективная ставка процента по долгосрочной задолженности. Эффективная ставка по заемному капиталу отличается от номинальной, так как учитывает период капитализации процентов.

3. Ставка по безопасным вложениям – это ставка процента по таким инвестициям, риск неплатежа или непоступления денежных доходов по которым практически нулевой (существуют определенные виды риска, которые невозможно устранить). В мировой практике в качестве такой ставки выступает ставка процента по государствен-

ным ценным бумагам (как правило облигациям). Главный недостаток этого метода определения нормы дисконта заключается в отсутствии учета факторов риска, что не приемлемо при оценке коммерческой эффективности инвестиционных проектов.

4. Ставка по безопасным вложениям с поправкой на риск (CARM-модель) – это ставка процента по безопасным вложениям, скорректированная с учетом фактора риска. В наиболее распространенном виде она определяется по формуле

$$d = r_6 + \beta(r_p - r_6),$$

где r_6 – ставка по безопасным вложениям;

$\beta(r_p - r_6)$ – поправка на риск;

β – коэффициент, учитывающий взаимосвязь между рыночной доходностью рискованных вложений и доходностью конкретного вида инвестиций;

r_p – средняя ставка по рискованным вложениям (например, доходность акций).

5. Комбинация ставки с поправкой на риск и средневзвешенной стоимости капитала. Данный метод подразумевает дисконтирование денежных потоков по нормам дисконта, отражающим риск определенного денежного потока инвестиционного проекта.

6. Экспертные методы определения нормы дисконта основаны на определении внутренней нормы доходности предельного принятого или предельного непринятого проекта, что является ориентиром для текущих расчетов показателей эффективности. Основным недостатком этих методов является субъективное мнение эксперта при определении нормы дисконта.

Показатели общей экономической эффективности инвестиций. Интегральный эффект ($\mathcal{E}_{\text{инт.}}$) представляет собой разность между суммой эффектов и инвестиционных затрат за расчетный период, приведенных к одному (как правило, базисному) году по задаваемой инвестором норме дисконта:

$$\mathcal{E}_{\text{инт.}} = \sum_t^{T_p} \mathcal{E}_t \eta_t - \sum_{t=0}^{T_p} K_t \eta_t,$$

где t – текущий расчетный шаг;

T_p – расчетный период;

\mathcal{E}_t – эффект, полученный в ходе реализации инвестиционного проекта;

η_t – коэффициент дисконтирования;

K_t – инвестиционные затраты для реализации проекта.

Другими словами, **интегральный эффект** – накопленный дисконтированный эффект за расчетный период, приведенный к одному (как правило, базисному) году по задаваемой инвестором норме дискон-

та. Данный показатель имеет другие названия: чистый дисконтированный доход (ЧДД); чистая современная стоимость; *Net Present Value (NPV)*.

Разновидностью этого показателя является чистый доход (другое название *Net Value (NV)*), который определяется как накопленный эффект (сальдо денежного потока) за расчетный период без дисконтирования денежных потоков.

Разность этих показателей нередко называют дисконтом проекта. Для признания проекта эффективным с точки зрения инвестора, необходимо, чтобы чистый дисконтированный доход проекта был положительным. При сравнении альтернативных проектов предпочтение должно отдаваться проекту с большим значением чистого дисконтированного дохода (при выполнении условия его положительности).

Внутренняя норма доходности (ВНД) инвестиций представляет собой ту норму дисконта, при которой приведенный эффект от реализации инвестиций за расчетный период равен приведенным инвестиционным вложениям, обусловившим его получение. Внутренняя норма доходности определяется исходя из следующего выражения:

$$\sum_t^{T_p} \frac{\mathcal{E}_t}{(1 + \text{ВНД})^t} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{K_t}{(1 + \text{ВНД})^t}.$$

К другим названиям внутренней нормы доходности относят внутреннюю норму прибыли, норму возврата инвестиций, внутреннюю норму дисконта, внутреннюю норму рентабельности, *Internal Rate of Return (IRR)*.

Для оценки эффективности проекта значение ВНД необходимо сопоставлять с требуемой инвестором нормой прибыли. Проекты, у которых ВНД больше или равна требуемой норме прибыли (как правило, имеют положительный ЧДД), являются эффективными. Проекты, у которых ВНД меньше требуемой нормы прибыли (как правило, имеют отрицательный ЧДД), являются неэффективными. ВНД, помимо показателя эффективности проекта, может использоваться в качестве оценки степени устойчивости инвестиционного проекта по разности показателей внутренней нормы доходности и требуемой нормы прибыли, а также нормы дисконта для альтернативных направлений инвестиционных вложений.

При одноэтапных инвестиционных вложениях (единовременных затратах) и постоянной величине эффекта внутренняя норма доходности инвестиций может быть определена по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_0 = \frac{\mathcal{E}\Phi}{K}.$$

В этом случае данный показатель соответствует **коэффициенту абсолютной (общей) эффективности**. Если коэффициент общей эффективности превышает свое нормативное значение, то проект целесообразен для реализации, в противном случае он нецелесообразен.

Модифицированная внутренняя норма доходности представляет собой норму дисконта, при которой суммарные инвестиционные затраты, приведенные к базовому году по безрисковой ставке дисконта, равны суммарному эффекту, обусловленному их реализацией, и приведенные к последнему году реализации проекта по ставке дисконта, отражающей требуемую норму прибыли инвестора. Модифицированная внутренняя норма доходности (МВНД) учитывает не только эффективность реализации проекта, но и доходность рынка капитала:

$$\text{МВНД} = r_p \sqrt{\frac{\sum \Delta \Phi}{\sum K}} - 1,$$

где $\sum \Delta \Phi$ – суммарный эффект от реализации инвестиционного проекта, приведенный к последнему году его реализации по ставке дисконтирования, отражающей требуемую норму прибыли инвестора;

$\sum K$ – суммарные инвестиционные затраты, дисконтированные по норме дисконта, отражающей безрисковую ликвидную ставку.

При оценке коммерческой эффективности проекта МВНД сравнивается с нормативным значением нормы прибыли. При ее повышении проект считается эффективным, а если оказывается ниже МВНД, то неэффективным.

Срок окупаемости инвестиций – это временной период от начала реализации проекта, за который суммарные приведенные инвестиционные вложения покрываются суммарным приведенным эффектом, обусловленным ими. Срок окупаемости иногда называют сроком возмещения инвестиций или сроком возврата инвестиций, *payback period*. В общем виде срок окупаемости инвестиций определяется из выражения

$$\sum_t^{T_{\text{ок}}} \frac{\Delta \Phi_t}{(1+d)^t} = \sum_{t=0}^{T_{\text{ок}}} \frac{K_t}{(1+d)^t}.$$

Другими словами, **сроком окупаемости с учетом дисконтирования денежных потоков** называется продолжительность периода от начального момента до наиболее раннего момента времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый дисконтированный денежный поток, приведенный к одному (как правило, базисному) году по задаваемой инвестором норме дисконта, становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

Сроком окупаемости без учета дисконтирования денежных потоков называется продолжительность периода от начального момента до наиболее раннего момента времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый денежный поток становится и в дальнейшем остается неотрицательным. Этот показатель может быть использован при отсутствии необходимости дисконтирования денежных потоков, например, при небольшой продолжительности реализации проекта, од-

ноэтапных инвестициях и постоянной величине эффекта от их реализации. Срок окупаемости в этом случае определяется по формуле

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_0}{\Delta \Phi}.$$

В соответствии с Федеральным законом от 25.02.1999 г. № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений», срок окупаемости инвестиционного проекта – это срок со дня начала финансирования инвестиционного проекта до дня, когда разность между накопленной суммой чистой прибыли с амортизационными отчислениями и объемом инвестиционных затрат приобретает положительное значение.

Использование показателя «срок окупаемости» при оценке эффективности инвестиционных проектов направлено, прежде всего, на определение временных ограничений. В современной инвестиционной практике этот показатель, как правило, используется в качестве дополнительного критерия обоснования эффективности проекта. Если срок окупаемости объекта не превышает нормативного значения, то проект считается эффективным, в противном случае – неэффективным.

Другим показателем общей экономической эффективности инвестиций является индекс рентабельности инвестиций (другие названия: индекс доходности инвестиций, индекс прибыльности инвестиций, *Profitability Index*). Индексы доходности могут рассчитываться как для дисконтированных, так и для недисконтированных денежных потоков. Они характеризуют (относительную) «отдачу проекта» на вложенные в него средства.

В общем случае индекс доходности инвестиций определяется по формуле

$$I_{\text{к}} = \frac{\sum_{t=0}^{T_p} \Delta \Phi_t \eta_t}{\sum_{t=0}^{T_p} K_t \eta_t}.$$

Исходя из данного выражения, **индекс доходности инвестиций** – отношение суммарного денежного потока (как правило, приведенного к базисному моменту времени по задаваемой инвестором норме дисконта) от операционной деятельности к абсолютной величине суммарного денежного потока (как правило, приведенного к базисному моменту времени, по задаваемой инвестором норме дисконта) от инвестиционной деятельности. Если индекс доходности инвестиционных затрат превышает или равен единице (как правило, в этом случае чистый дисконтированный доход положителен), то проект эффективен, в противном случае проект неэффективен.

Показатели сравнительной экономической эффективности инвестиций. Для определения экономических преимуществ одного

проекта по сравнению с другими могут быть использованы показатели сравнительной экономической эффективности. Следует отметить, что для инновационных проектов определение показателей сравнительной эффективности является обязательным условием подтверждения конкурентоспособности нововведения по сравнению с альтернативными проектами.

Сравнительная величина интегрального эффекта характеризует дополнительную величину интегрального эффекта, полученную от реализации проекта по сравнению с другими. В отличие от интегрального эффекта, этот показатель не учитывает не изменяющиеся по вариантам составляющие:

$$\Delta Z_{\text{инт.}} = \sum_{t=1}^{T_p} \Delta P_t \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} \Delta Z_t \eta_t - \sum_{t=0}^{T_p} \Delta K_t \eta_t,$$

где ΔP_t – разница результатов по сравниваемым вариантам реализации инвестиций (дополнительный экономический результат вследствие реализации инновационного проекта);

ΔZ_t – разница текущих затрат по сравниваемым вариантам реализации инвестиций (слагаемое « ΔZ_t » характеризует экономию текущих затрат от реализации инновационного проекта);

ΔK_t – разница инвестиционных затрат по сравниваемым вариантам реализации инвестиций (дополнительные инвестиции на реализацию более капиталоемкого варианта. Инновационные проекты, как правило, являются более капиталоемкими.

Критерием выбора капиталоемкого варианта служит положительное значение сравнительного интегрального эффекта. В противном случае реализуется ресурсоемкий вариант.

Все последующие показатели сравнительной эффективности являются модификацией данного показателя.

Приведенные затраты являются частным случаем сравнительного интегрального эффекта и определяются, если сравниваемые варианты отличаются друг от друга только размерами потребных инвестиционных вложений и текущих затрат. Наиболее эффективное решение будет соответствовать минимуму приведенных затрат. Приведенные затраты определяются по формуле

$$Z_{\text{прив.}} = \sum_{t=1}^{T_p} Z_t \eta_t + \sum_{t=0}^{T_p} K_t \eta_t,$$

где Z_t – текущие затраты, возникающие в ходе реализации проекта;

K_t – инвестиционные затраты для реализации проекта.

В случае одноэтапных инвестиций, при постоянной величине текущих затрат и отсутствии необходимости дисконтирования денежных потоков можно преобразовать данную зависимость и определить годовые приведенные затраты:

$$Z_{\text{прив.}}^r = Z + E_n \cdot K_o,$$

где E_n – норматив эффективности использования капитальных вложений в подобных проектах.

Одной из модификаций показателя «приведенные затраты» является **стоимость жизненного цикла** технических систем (**СЖЦ**), которая определяется по формуле

$$\text{СЖЦ} = C_{\text{пр.}} + \sum_{t=1}^T (I_t + \Delta K_t - L_t) \eta_t,$$

где $C_{\text{пр.}}$ – цена приобретения технической системы (первоначальная стоимость), тыс. руб.;

I_t – годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.;

ΔK_t – сопутствующие единовременные затраты, связанные с введением технической системы в эксплуатацию, тыс. руб.;

L_t – ликвидационная стоимость объекта, тыс. руб.

Особенности использования стоимости жизненного цикла при обосновании решения о целесообразности реализации проекта приведены на рис. 3.3.

Использование и особенности расчета на железнодорожном транспорте показателя стоимости жизненного цикла при обосновании управленческих решений более подробно рассмотрены в главе 5.

Срок окупаемости дополнительных инвестиций представляет собой временной период, за который дополнительные инвестиционные затраты на более капиталоемкий вариант возмещаются приростом экономических результатов, обусловленным их реализацией. В общем случае срок окупаемости дополнительных инвестиций определяется из выражения

$$\sum_{t=0}^{T_{\text{ок.}}^{\text{доп.}}} \Delta \text{Эф}_t \eta_t = \sum_{t=0}^{T_{\text{ок.}}^{\text{доп.}}} \Delta K_t \eta_t,$$

где $\Delta \text{Эф}_t$ – прирост экономических результатов от реализации более капиталоемкого варианта;

ΔK_t – дополнительные инвестиционные вложения для реализации более капиталоемкого варианта.

Если инвестиционные вложения для сравниваемых вариантов являются одноэтапными, эффект – величина постоянная и отсутствует необходимость в дисконтировании денежных потоков (например, при небольшом расчетном периоде), то срок окупаемости дополнительных инвестиций определяется по формуле

$$T_{\text{ок.}}^{\text{доп.}} = \frac{\Delta K}{\Delta Z}.$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

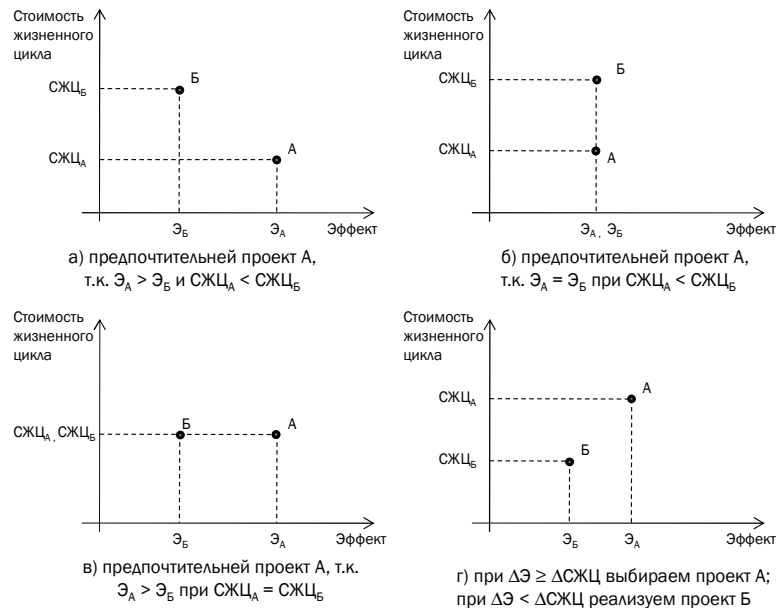


Рис. 3.3. Оценка эффективности внедрения технической системе на основе стоимости жизненного цикла

Для выбора варианта расчетное значение срока окупаемости дополнительных вложений сравнивают с его нормативным значением. Капиталоемкий вариант принимается к реализации в случае, если срок окупаемости дополнительных инвестиций ниже своего нормативного значения, в противном случае выбирается более ресурсоемкий вариант.

Коэффициент эффективности дополнительных инвестиций (коэффициент сравнительной эффективности инвестиций) показывает, какой эффект образуется при увеличении инвестиций на единицу, и определяется по формуле

$$\Delta_{\text{ср.}} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta K}$$

Расчетное значение коэффициента сравнительной эффективности сопоставляется с нормативным значением. При превышении его нормативной величины реализуется инвестиционноемкий вариант, в противном случае – ресурсоемкий.

Таким образом, использование показателей общей эффективности при оценке целесообразности инвестиций позволяет обосновать выбор проекта, наиболее рационально использующего вовлекаемые ресурсы, а показателей сравнительной эффективности – проекта, наиболее рационально использующего дополнительно вовлекаемые ресурсы.

1. Цели и задачи инвестиционной деятельности.
2. Инвестиции и их виды.
3. Характеристика состояния основных средств предприятий транспорта.
4. Значение инвестиций на макроуровне.
5. Значение инвестиций на микроуровне.
6. Жизненный цикл инвестиционного проекта.
7. Характеристика основных фаз жизненного цикла инвестиционного проекта.
8. Денежные потоки при реализации инвестиционного проекта.
9. Основные положения оценки эффективности инвестиций.
10. Принципы оценки эффективности инвестиций.
11. Классификация показателей эффективности инвестиций.
12. Сущность дисконтирования денежных потоков при определении показателей оценки эффективности инвестиций.
13. Показатели общей экономической эффективности инвестиций.
14. Показатели сравнительной экономической эффективности инвестиций.
15. Преимущества и недостатки показателей общей и сравнительной эффективности инвестиций.
16. Роль инвестиций в развитии систем.

ГЛАВА 4. УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ СИСТЕМ НА ПРИНЦИПАХ МАРКЕТИНГА

§ 4.1. МАРКЕТИНГОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Современная концепция маркетинга – это ориентированная на потребителя система научно обоснованных представлений об управлении производственно-сбытовой деятельностью предприятий в условиях рыночной экономики. При этом она предусматривает анализ, планирование, претворение в жизнь и контроль за проведением мероприятий, рассчитанных на установление и поддержание выгодных обменов с целевыми потребителями ради достижения целей организации.

Система маркетинга инновационной деятельности компании содержит следующие элементы:

- анализ окружающей (внешней) среды маркетинга;
- анализ внутренней среды предприятия;
- маркетинговые исследования рынка;
- сегментирование рынка и выбор целевых сегментов рынка;
- разработку плана (программы или комплекса) маркетинга;
- планирование ассортимента товаров и услуг;
- анализ издержек и разработку ценовой политики;
- планирование сбыта и установление каналов товародвижения;
- формирование спроса и стимулирование сбыта, рекламу и продвижение товаров и услуг на рынке;
- организацию управления маркетингом.

Деятельность субъектов маркетинга начинается с **анализа внешней и внутренней среды маркетинга**. Внешняя среда маркетинга характеризует факторы и силы, внешние по отношению к организации, которые влияют на ее возможности устанавливать и поддерживать успешное сотрудничество с потребителями. Это такие неконтролируемые организацией факторы и силы, как поставщики, посредники, клиенты, конкуренты, банки, СМИ, а также политические, правовые, научно-технические, природные, культурные, социально-экономические и другие факторы. Успешность управления маркетин-

гом в значительной мере зависит от умения учитывать все эти факторы и силы, адаптировать деятельность организации к условиям функционирования внешней среды. Внутренняя среда маркетинга включает все контролируемые организацией факторы, непосредственно представляющие ее производственно-экономическую структуру управления. Это производственная мощь, продукты, кадры, цены, места продаж, система управления и т.п.

Комплексное исследование рынка – наиболее ответственный этап маркетинговой деятельности, включающий изучение уровня конкуренции и экономической конъюнктуры, потребительских требований к объемам продаж и качеству продуктов, анализ форм и методов сбыта, фирменной структуры рынка, выявление и изучение основных рыночных сегментов, предприятий-конкурентов, посредников, индивидуальных и коллективных потребителей продуктов. Основной целью комплексного исследования конъюнктуры рынка является определение предельных возможностей расширения рыночного потенциала и требований потребителей к продуктам для разработки соответствующих планов и прогнозов эффективной производственно-сбытовой деятельности предприятия и внедрения новых продуктов.

По результатам исследований рынка осуществляют **сегментирование рынка и выбор целевых сегментов**, на которых предпочтительнее работать предприятию, с целью разработки соответствующих целевых продуктов и процессных инноваций. Сегментирование рынка заключается в разделении рынка на четкие группы потребителей (покупателей), которые требуют разные продукты и к которым необходимо прилагать разные маркетинговые усилия. Классическим критерием сегментации рынка является деление потребителей по роду приобретаемой продукции и способам ее потребления, по типу потребителей и по конкурентам.

Сегментация рынка обеспечивает лучшее понимание отдельных групп потребителей и природы конкурентной борьбы в конкретных сферах, а также позволяет концентрировать ограниченные ресурсы и маркетинговые средства на наиболее выгодных направлениях их использования. В результате сегментации и анализа групп потребителей (сегментов рынка) осуществляется выбор наиболее привлекательных и выгодных для предприятия целевых рынков и реализации его продуктов. Заключительным этапом маркетингового анализа рынка является позиционирование продуктов на рынке. Оно заключается в выборе таких позиций и параметров (а иногда и места продаж), которые с точки зрения целевых потребителей и элементов комплекса маркетинга обеспечат продукту конкурентные преимущества. Результаты маркетингового анализа и позиционирования продукта используются при разработке плана маркетинга.

Планирование – это процесс определения целей, стратегии и мероприятий по их достижению за определенный период времени, исходя из будущих вероятных условий выполнения плана. Разработка плана маркетинга для разных компаний может осуществляться с разной полнотой и длительностью горизонта планирования. Как правило, крупные компании разрабатывают два вида плана или программы: стратегические (на несколько лет) и тактические (текущие) на срок до одного года. На транспорте при решении конкретных задач (например, развитие пригородных перевозок пассажиров) разрабатывают также оперативные (сезонные) планы маркетинга.

При подготовке плана маркетинга следует четко установить конкретные цели предприятия и цели инновационной деятельности. Эти цели устанавливаются стратегией развития компании – основными направлениями инновационного развития. Причем их конкретизируют до уровня конкретных показателей: уровня производства, продаж, доходов, прибыли, рентабельности. Одновременно с этим разрабатывается стратегия предстоящей маркетинговой деятельности предприятия на основе анализа его рыночных возможностей.

Выбранная **маркетинговая стратегия** предприятия является основой для разработки товарной, ценовой, сбытовой, коммуникационной и кадровой политики, обоснования бюджета организации, эффективности ее работы и конкурентоспособности продукции, а также для разработки мер контроля за выполнением маркетинговой программы.

Разработанная **программа маркетинга** является важной частью инновационной программы развития предприятия и основой для развертывания системы продвижения новых и существующих продуктов на рынке, реализации комплекса мер по формированию спроса и стимулированию сбыта продукции. Процесс управления маркетингом должен быть динамичным, гибким и взаимосвязанным с производством через систему показателей обратной связи с тем, чтобы своевременно учесть меняющиеся требования и запросы потребителей, конъюнктуру рынка.

Комплекс маркетинга транспортной компании включает подробную характеристику набора услуг, предлагаемого конкретному целевому сегменту транспортного рынка; методы их реализации; мероприятия по стимулированию сбыта; тарифную (ценовую) политику.

При формировании комплекса маркетинга необходимо изучать жизненный цикл продукта, который определяется изменениями объемов продаж и прибыли во времени. Он состоит из следующих стадий: I – внедрение товара (услуги) на рынок; II – рост продаж; III – зрелость и насыщение продаж; IV – спад продаж. На первой и частично второй стадиях жизненного цикла проекта прибыль предприятия отсутствует или очень мала. Разработку и выведение на рынок товара (услуги)

осуществляют за счет кредитов, заемных инвестиций или собственных накоплений капитала организации. В дальнейшем при удачном развитии ситуации идет быстрый рост продаж, накопление прибыли, возврат заемных средств. На третьей стадии, которую товаропроизводители стремятся продлить как можно дольше, происходит накопление капитала, рост прибыли, расширенное воспроизводство.

На различных стадиях жизненного цикла используются различные маркетинговые стратегии: активная – на первой и второй, умеренная – на третьей стадии жизненного цикла проекта и поддерживающая – на последней. Особенно важно своевременно определить стадию насыщения рынка и еще более – спада, так как держать на рынке «исчерпавшие» себя продукты убыточно, а в стратегическом плане приведет к снижению конкурентоспособности. Поэтому необходимо идентифицировать момент первичных сигналов спада еще на третьем этапе жизненного цикла проекта для ввода на рынок новых продуктов. В табл. 4.1 приведены характеристики составляющих комплекса маркетинга на этапах жизненного цикла.

Таблица 4.1
Характеристика составляющих комплекса маркетинга на этапах жизненного цикла продукта

Характеристики	Стадии жизненного цикла товара	
	Внедрение	Рост
Тенденции и причины изменений спроса	Медленный прирост спроса по следующим причинам: зарождение и неопределенность развития технологии; низкая скорость распространения; инертность потенциальных покупателей; высокий уровень конкуренции. Исключения составляют прорывные инновации, когда конкурентов не существует	Высокие темпы прироста спроса по следующим причинам: информационная диффузия продукта; формирование и расширение сбытовой сети; повышение уровня доступности продукта
Доминирующие факторы внешней и внутренней среды предприятия	Внутренние факторы: отрицательные денежные потоки; большие маркетинговые расходы; высокие производственные издержки; большие затраты на исследования и разработки; высокий уровень риска	Внутренние факторы: систематическое снижение производственных издержек; возникновение эффекта опыта; снижение цен и захват рынка. Внешние факторы: ускорение темпов роста объемов продаж; выход на рынок новых конкурентов; распространение технологий по всему рынку; формирование целевых сегментов.
Маркетинговая стратегия компании	Быстрое формирование первичного спроса для сокращения стадии внедрения; направленность маркетинговой стратегии на обучение потребителей	Максимизация уровня охвата рынка в условиях увеличения его емкости

Окончание табл. 4.1

Характеристики	Стадии жизненного цикла товара	
	Внедрение	Рост
Инструменты маркетинга	Единственная основная версия товара; система эксклюзивного или селективного сбыта; ценообразование по методу «снятие сливок» или «проникновение на рынок»; информативная коммуникационная программа	Совершенствование продукта и добавление новых функций; интенсивный сбыт; снижение цены для проникновения на рынок; направленность коммуникаций на формирование позитивного имиджа торговой марки
Тенденции и причины изменений спроса	Стабильный спрос, темп его роста замедляют и отражают изменения внешней и внутренней среды. Причины стабилизации спроса: насыщение рынка; сбытовой охват рынка интенсивен и более усиливаться не может; стабилизация и стандартизация технологии, позволяющей незначительно модифицировать товар. Данная стадия – самая длительная, характерная для большинства существующих товаров	Снижение спроса по следующим причинам: появление на рынке новых технологически более совершенных товаров, вытесняющих существующие; изменение предпочтений, вкусов, потребительских привычек; использование конкурентами новых технологий
Доминирующие факторы внешней и внутренней среды компании	Важнейшие факторы: усложнение конкурентного климата за счет замедления роста; возникновение избытка производственных мощностей; сильная ценовая конкуренция; сильно сегментированные рынки; стандартизация технологии	Внешние факторы: ухудшение конъюнктуры рынка; высокая конкуренция; ценовая и неценовая дискриминации; снижение объемов продаж. Внутренние факторы: простой оборудования; инертность производственной системы; низкий уровень инновационной активности
Маркетинговая стратегия компании	Сохранение и по возможности расширение доли рынка; формирование устойчивого конкурентного преимущества	Уход с рынка и формирование прорывных инноваций
Инструменты маркетинга	Дифференцирование продукта посредством улучшения качества; освоение новых рыночных сегментов или ниш; формирование конкурентного преимущества посредством инструментария маркетинга, не связанного с товаром	Ограниченный ассортимент товаров; высокоселективный сбыт; высокие цены; направленность коммуникаций на лояльных потребителей

Управление жизненным циклом является важным инструментом маркетинга, позволяющим повысить конкурентоспособность транспортной компании. При этом следует понимать, что по законам циклического развития происходит развитие не только реализуемой продукции, но и самой компании.

В жизненном цикле развития компании существует множество циклов, которые переплетаются друг с другом, накладываются друг на друга или расходятся. Все эти жизненные циклы имеют четкие границы и

взаимосвязи (рис. 2.3). Установление границ для жизненных циклов очень важно для управления компанией и ее развитием. В экономической литературе существуют различные модели жизненного цикла организации (прил. 1). С позиции реализации маркетинговых принципов управления выделяют пятиэтапный цикл развития организации (рис. 4.1).

Каждому из этапов соответствуют определенные особенности, которые обуславливают тип компании. В переходные периоды между этапами цикла развития организации меняются технология или отдельные технологические процессы, обновляются технические системы, осуществляется реорганизация управленческих структур, повышается вероятность наступления кризиса.

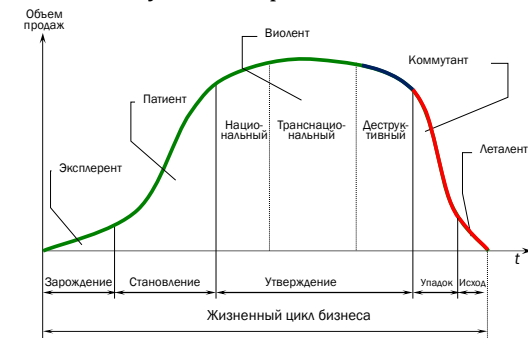


Рис. 4.1. Основные этапы жизненного цикла компании

Первый переходный период – потенциал развития – **зарождение (эксплерентный)**. Этот период характеризуется процессами зарождения новой организации – эксплорента. **Эксплерент** – компания, специализирующаяся на создании новых и радикальных преобразованиях существующих сегментов рынка либо выведении на рынок достижений научно-технического прогресса.

Деятельность эксплерентов обычно незначительно влияет на общую рыночную ситуацию в отдельной стране или отдельном регионе. В большинстве случаев эти компании малочисленны по персоналу, незначительны на рынке, готовы к неудаче. Во многих странах государство оказывает поддержку таким компаниям (как правило, в сфере малого предпринимательства), потому что они являются важной сферой предпринимательской активности в области инноваций, реагирования на изменения потребностей и спроса. Зарубежные исследователи отмечают, что уровень банкротств среди эксплерентов в первые два года функционирования достигает 80%.

Второй переходный период – **становление (пациентный)**. При удачном развитии событий компания – эксплерент продолжает расти и увеличиваться и вступает в новый этап своего развития, имеющий устойчивые рыночные позиции. **Пациент** – компания, работающая в узком, но достаточно стабильном сегменте рынка, удовлетворяющая потребности, стабильно существующие на развивающемся рынке.

На этом этапе происходит завоевание какого-либо сегмента рынка, упрочение рыночных позиций, выработка конкурентной стратегии, повышение роли маркетинговых принципов в управлении компанией. Чаще всего он рассматривается как этап количественного роста, и все трансформации компании связаны с количественными изменениями – внедрением новых технических систем и прогрессивных технологий. На этом этапе проявляются и прогрессируют проблемы организационного и человеческого потенциала, но они незаметны на фоне устойчивых тенденций внутреннего развития. Пациенты крайне агрессивны в своих действиях при реализации маркетинговой политики, поскольку им необходимо захватить определенную нишу рынка и доказать свою состоятельность.

Третий переходный период – **утверждение (виолентный)**: закрепление позиций компании на рынке, появление у нее определенных конкурентных преимуществ и их реализация в поведении на рынке. В этот период компания утверждается на рынке, но во внутренних процессах развития возможно отделение от нее другой организационной структуры или разделение ее на самостоятельные компании.

Виоленты являются наиболее крупными компаниями, оказывающими значительное влияние на рыночную ситуацию, реализующими силовую маркетинговую стратегию, характеризующимися высоким уровнем освоения технологии, массовым выпуском продукции. Виоленты подразделяются на три вида: национальные, интернациональные и деструктурированные.

Национальные виоленты почти всегда организуют венчурные, в том числе эксплерентные компании, деятельность которых направлена на разработку нового продукта или дизайна, формирование новых организационных структур, продажи и массовое внедрение инноваций в производство. По достижении определенного предела развития (компания занимает стабильную долю на рынке, имеет достаточные производственные, технологические и финансовые возможности), как правило, принимается решение о дальнейшем развитии бизнеса в виде освоения новых рынков сбыта, организации нового производства, стратегических разработок технологии и пр. Виоленты утрачивают былой динамизм, обретая стабильность, которая обеспечивается преимущественно тремя факторами: большими размерами, диверсификацией, наличием широкой сети филиалов. В условиях жесткой конкуренции широкий в ассортиментном и географическом отношениях охват рынка позволяет минимизировать риски поражения в конкурентной борьбе. Инновации, реализуемые конкурентами, затрагивают только определенные сегменты рынка, следовательно, всегда остаются сегменты, в которых виолент займет свою нишу.

Интернациональный виолент возникает как продолжение развития национального посредством открытия филиалов и представительств за рубежом, освоения других национальных рынков сбыта и вынужден действовать по правилам мирового рынка.

Деструктивный виолент сохраняет большой оборот, но постепенно утрачивает способность добиваться соразмерной прибыли, а то и начинает приносить убытки. Причинами этого могут быть чрезмерная диверсификация, усложнение организационной структуры, омертвление значительной части капитала в утративших перспективу производствах и др.

Опасность кризиса для виолентов заключается в обостренной конкурентной борьбе, организационной сложности, характерной для крупных компаний, низкой инновационной активности. Банкротство или распад таких компаний приводит к тяжелейшим последствиям как в регионе их расположения, так и в масштабах мировых экономических отношений. Поэтому необходимо регулировать развитие таких компаний и на региональном, и на государственном уровнях. Они особенно нуждаются в антикризисном управлении, которое должно учитывать, помимо национальных интересов, и мировые тенденции развития экономики. Кризис виолента не только нарушает баланс на рынке, но и вызывает серьезные последствия в социальной сфере. В большинстве стран законодательство о банкротстве, как правило, ориентировано именно на компании такого типа с целью защиты интересов большинства населения и государства.

Четвертый переходный период – **упадок (коммутантный)**. На этом этапе развитие, понимаемое как дальнейшее совершенствование, заходит в тупик. Темпы падения основных показателей свидетельствуют о наступлении необратимого кризиса или возникновении предпосылок к распаду. Структура управления имеет тенденцию к упрощению, свертыванию, а окрепшие конкуренты занимают рыночные позиции и более эффективны. **Коммутанты** – это компании, осуществляющие средний бизнес, который ориентирован на удовлетворение конкретных региональных потребностей, использующие индивидуализированный подход к клиентам, основывающиеся на использовании научно-технических достижениях виолентов. Коммутанты работают на этапе падения цикла выпуска какого-либо вида продукции. Их инновационная политика требует принятия решений о своевременном обновлении продукции, о степени технологического соответствия современным требованиям.

Пятый этап – **исход (леталентный)**. На этом этапе происходит деструктуризация компании и прекращение ее существования в прежнем виде. На этом этапе появляются **леталенты** – компании, распадающиеся в связи с невозможностью их эффективного функционирования, или компании, на которых происходит диверсификация с полным изменением профиля деятельности и полной или частичной заменой прежних технологических процессов и технических систем.

Каждый из переходных периодов жизненного цикла компании имеет свои временные границы и качественные особенности. Первые определяются эффективностью управления, точнее, системой антикризисного управления на переходных этапах, вторые – закономерной последовательностью возникновения новых свойств в развитии компании (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Характеристика комплекса маркетинга на этапах жизненного цикла компании

Стратегия маркетинга	Этапы жизненного цикла	
	Внедрение (экспериментный)	Рост (пациентный)
Условия возникновения	Оригинальная идея; наличие специалистов; перспективы производства и сбыта	Признание рынком новых товаров; устойчивый спрос и сохранение сегмента рынка; достаточно инвестиций для сохранения и развития
Характерные свойства	Создает новые сегменты рынка либо кардинально преобразует старые; выпуск мелких партий товаров; мобильная легко изменяемая номенклатура выпуска; мобильность, взаимозаменяемость в коллективе; незначительные производственные возможности; неустойчивое финансовое состояние линейная организационная структура; связи управления неразвитые; минимальное социальное обеспечение	Производство конкурентоспособной продукции; увеличивающаяся потребность в производственных ресурсах; неустойчивое финансовое состояние, умеренная доходность; усложнение связей в организационной структуре; управление слабо структурировано; развивающаяся социальная поддержка; значительная взаимозаменяемость специалистов
Проблемы развития	Высокая зависимость от рыночной конъюнктуры; отсутствие отлаженных технологий; высокие затраты; высокие цены; ограниченность по всем видам ресурсов; недостаток финансовой устойчивости; преждевременное усложнение организационной структуры; высокий уровень загрузки руководителя; недостаточный уровень социального обслуживания; недостаток необходимых специалистов; высокая конкуренция; многоплановые риски развития	Высокая зависимость от конъюнктуры рынка; нехватка (дефицит) мощности; ограниченность ресурсов, прежде всего, трудовых; недостаточный запас финансовой прочности; несоответствие организационной структуры (опережает либо отстает от развития производства); перегрузка руководства; пренебрежение руководством социальными факторами; сложности и проблемы коммуникации; возникновение разногласий по важным вопросам
Инструментарий обновления технических систем	Внедрение новых технических систем	Массовое интенсивное обновление технических систем
Стратегия маркетинга	Технологическое лидерство	Следование за лидером
Условия возникновения	Уверенное освоение сегмента рынка; стабильные перспективы сбыта; повышение нормы прибыли	Реструктуризация крупных компаний; снижение спроса
Характерные свойства	Массовое производство, стабильная номенклатура товаров; влияние на уровень цен; большие производственные мощности, отработанные технологии; значительные ресурсы (в том числе административные); высокий уровень доходности, стабильное состояние; сложная, разветвленная организационная структура; структурированное управление, большое количество управленцев; высокий уровень социальной защиты работников; высокое качество кадрового состава, специализация работников	Падающие объемы продаж; избыток производственных мощностей; недостаток финансовых ресурсов; избыток трудовых ресурсов; сокращение доходности до возникновения убытков; сложная, разветвленная организационная структура; избыточная численность управленческого персонала; высокий уровень социальной защиты; коллективный лидер размыт или его не существует

Окончание табл. 4.2

Стратегия маркетинга	Этапы жизненного цикла	
	Внедрение (экспериментный)	Рост (пациентный)
Проблемы развития	Затоваривание, слабая реакция на появление новых видов товаров; моральное устаревание оборудования; повышение цен по сравнению с конкурентами; ограниченность по критическим ресурсам; нецелевое использование финансовых средств; бюрократизация – чрезмерное усложнение структуры управления; низкое качество управленческих решений; утрата мотивации; низкая взаимозаменяемость и мобильность кадров; возникновение оппозиции коллегиальному лидеру; невосприимчивость к новым технологиям, новым видам продукции	Потеря доли рынка; снижение доходов; физическое старение и выбытие основных фондов; значительный рост издержек производства; неплатежеспособность; бюрократизация; неспособность принимать правильные и своевременные решения; необоснованно высокий уровень социальной защиты; потеря и квалифицированных кадров; дезориентация в управленческих решениях; неспособность к радикальным изменениям
Инструментарий обновления технических систем	Замена технических систем	Выбытие технических систем
Стратегия маркетинга	Имитация	Сегментация

Сочетание всех этих свойств, выраженное в показателях функционирования компании, и характеризует качественную определенность этапа ее развития, а переходный период отражает последовательные изменения в направлении развития от этапа к этапу.

Следует отметить, что движущей силой экономического цикла развития компании являются **инвестиции и инновации**. Переход от одного этапа к другому обычно начинается с изменения спроса, которое и вызывает колебание инвестиций, создает условия для роста спроса на средства производства. Обязательная составляющая переходного состояния – инновации, которые обеспечивают дополнительные преимущества продукции на основе повышения ее технического уровня и снижения ресурсоемкости как за счет совершенствования технических систем, так и за счет применения прогрессивных технологий.

Управление жизненным циклом позволяет обеспечить успех транспортной компании, используя инновации в области продукта (продуктовые инновации) либо в области технологических или управленческих процессов (процессные инновации). При этом в зависимости от возможностей и сложившейся ситуации на рынке транспортная компания может придерживаться одного из следующих вариантов стратегий:

- технологического лидерства, первым внедряя прогрессивную технологию, дающие высокие прибыли;
- следования за лидером, внедряя прогрессивные технологии, уже опробованные и принесшие успех конкуренту (лидеру);

- имитации, применяя известные базовые технологии, приносящие стабильную удовлетворяющую предприятие прибыль;
- сегментации в области технологий, применяя на разных сегментах рынка разные технологические подходы.

В настоящее время и в ближайшей перспективе разработка и внедрение новой техники и прогрессивных технологий на транспорте будет проводиться в условиях дефицита инвестиционных ресурсов. Соблюдение маркетинговых принципов позволит сформировать систему организации и управления производственно-сбытовой деятельностью транспортной компании в целях создания наилучших условий реализации транспортной продукции.

Основополагающими принципами маркетинговой деятельности на транспорте являются следующие:

- глубокое и всестороннее исследование транспортного рынка и экономической конъюнктуры для выявления потребностей пользователей транспортом продуктовых инноваций;
- сегментация транспортного рынка;
- гибкое реагирование транспорта на требования активного и потенциального спроса на транспортные услуги;
- обеспечение инновационности транспортного производства;
- планирование и прогнозирование развития продукта и технологий в долгосрочной перспективе.

Раскроем более подробно содержание каждого из этих принципов применительно к транспорту.

Глубокое и всестороннее изучение транспортного рынка требует проведения серьезных научно-практических исследований по анализу хозяйственных связей, размещения производительных сил и населенных пунктов, определению потенциальных потребностей в перемещении товарных потоков и людей, выявлению требований по качеству транспортного обслуживания, выяснению экономической конъюнктуры на рынке и ее динамики, изучению особенностей деятельности партнеров и конкурентов, а также специфики внешнеэкономических транспортных связей. Соблюдение этого принципа разработки маркетинга предполагает формирование научно обоснованных стратегии и тактики поведения предприятия на этапах жизненного цикла собственного развития и целевую ориентацию на интересы потребителей с учетом этапов жизненного цикла продукта, обеспечивающих долговременный преимущественный успех по сравнению с конкурентами.

Принцип сегментации транспортного рынка является важнейшим элементом маркетинга, так как позволяет транспортному предприятию, учитывая этап жизненного цикла производимого продукта, выбрать наиболее перспективные и эффективные для него целевые сегменты рынка потребителей транспортных услуг, обеспечить

оптимизацию затрат за счет целенаправленности своих действий в развитии и использовании новых техники, технологий и новаторских маркетинговых усилий, повысить качество транспортного обслуживания по сравнению с другими видами транспорта или предприятиями – конкурентами.

Гибкое реагирование транспортного производства на запросы рынка предполагает адаптивность и мобильность управления производственно-экономической деятельностью предприятия в зависимости от меняющегося спроса. Это подразумевает своевременный переход на использование на разных этапах жизненного цикла новых или усовершенствованных технических систем и технологий с ориентацией на высокое качество, дифференциацию и персонализацию транспортного обслуживания пользователей.

Инновационность производства – это важнейший принцип любой маркетинговой концепции. Он подразумевает постоянное совершенствование и обновление продукции и услуг транспорта, разработку и внедрение новых технологий и техники с учетом достижений НТП. Кроме того, инновационная политика предполагает поиск и внедрение новых форм и методов повышения качества транспортного обслуживания пользователей, новизну в определении каналов реализации транспортных услуг, транспортно-экспедиционном обслуживании, рекламной деятельности. Необходимо учитывать, что на разных этапах жизненного цикла предполагаемого продукта требуется адекватный уровень новизны предполагаемых решений. Так, на этапе внедрения необходимо обеспечить высокий уровень качества транспортного обслуживания; на этапе развития – высокий уровень инновационной активности, на этапе стабильности – широкий спектр дифференциации продукта, на этапе упадка – концентрацию усилий на продвижение продукта лояльным покупателям.

Стратегическое планирование и предвидение ситуации на транспортном рынке является основополагающим принципом маркетинговой деятельности для учета стадий этапов жизненного цикла продукта. Маркетинг – это по существу есть предвидение рыночных ситуаций. Поэтому принцип планирования в маркетинге реализуется путем разработки специальных маркетинговых программ (планов), которые предусматривают различные ситуации развития событий на рынке: благоприятные для предприятия пути развития или негативные и поиск выхода из трудного положения.

Таким образом, разработка и реализация комплекса маркетинга с учетом изученных маркетинговых принципов с усилением отдельных его составляющих на определенных этапах жизненного цикла позволяют выявить направления развития компании в разрезе целевых сегментов, что делает продуктовые инновации адресными, а процессные – инновационными, адаптивными к условиям конкретного сегмента. Ре-

зультатом учета жизненного цикла при формировании комплекса маркетинга является повышение конкурентоспособности транспортной компании, увеличение объемов продаж и оптимизация затрат.

§ 4.2. ФАКТОРЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Современный этап развития рыночных отношений в мире характеризуется значительным ужесточением конкуренции. Основными факторами усиления конкуренции между производителями продукции (услуг) являются увеличение темпов научно-технического прогресса, привлечение на постоянной основе инвестиций, вкладываемых в развитие производства с целью обеспечения значительного роста производительности труда, внедрения инноваций и динамичного развития современных информационных технологий.

Научно-технический прогресс обуславливает внедрение наиболее эффективных технологий, методов организации и планирования производства, сокращение цикла обновления выпускаемой промышленными предприятиями и поставляемой на рынок продукции. Эффективное функционирование в условиях конкуренции возможно лишь при достаточно высоком уровне конкурентоспособности предприятия.

Обеспечение достаточно высокого уровня конкурентоспособности предприятий и их продукции – одна из наиболее актуальных научно-методических проблем современной России. Проблема повышения конкурентоспособности национальной экономики заключается в необходимости скорейшего преодоления технико-технологического отставания от развитых стран; отказа от сырьевой экспортной ориентации на мировом рынке; создания новых отраслей, основанных на высокоэффективных технологиях (в том числе на нанотехнологиях); широкого использования современных знаний (экономика знаний); наиболее полного использования имеющихся и вновь создаваемых стратегических конкурентных преимуществ ведущих отраслей и промышленных предприятий.

Наиболее распространенными видами конкуренции являются ценовая и неценовая конкуренции. Ценовая конкуренция предполагает соперничество между предприятиями посредством снижения цен на выпускаемую продукцию (в том числе за счет снижения затрат) без изменения ее потребительских свойств. Неценовая конкуренция, являясь наиболее развитой и доминирующей в настоящее время, осуществляется за счет повышения качества товара (услуги), уровня сервисного обслуживания покупателей, а также расширения ассортимента выпускаемых товаров.

К факторам, обуславливающим вид конкуренции (ценовой и неценовой), относятся:

- разновидность товара (стандартизованный, уникальный, дифференцированный);
- величина предприятия (определяемая преимущественно масштабом производства и денежного оборота);
- количество предприятий, одновременно присутствующих на целевом рынке;
- барьеры при входе на целевой рынок.

При всем разнообразии уровней интенсивности конкуренции на целевых рынках в различных отраслях национальной экономики процесс конкуренции на этих уровнях имеет много общего. С учетом данного обстоятельства М. Портер делает вывод, согласно которому в отрасли (равно как и на целевом рынке) присутствуют обычно пять сил (или факторов) конкуренции:

- 1) конкуренты на действующем рынке;
- 2) поставщики;
- 3) потенциально новые конкуренты;
- 4) покупатели;
- 5) предприятия, предлагающие товары – заменители.

Заметим, что в практике бизнеса количество угроз значительно больше. Пятифакторная модель конкуренции М. Портера – это действенное средство анализа конкурентных сил и уровней их интенсивности.

Конкуренты на действующем целевом рынке. Конкуренция возникает вследствие того, что у одной или нескольких компаний появляется возможность лучше удовлетворить потребности покупателей (заказчиков) или возникает необходимость улучшить конечные экономические результаты своей деятельности либо увеличить завоеванную долю рынка. Наиболее жесткая конкуренция разворачивается обычно между компаниями, предлагающими сходные по потребительским свойствам и назначению товары и услуги. Выделяют следующие факторы, усиливающие интенсивность конкурентной борьбы.

Рост количества конкурирующих компаний, выравнивание их размеров и объемов производства. Компании – конкуренты, примерно равные по размерам и производственному потенциалу, ведут борьбу на равных, что снижает вероятность захвата лидирующих позиций на рынке одной или двумя компаниями – победителями. К тому же с ростом количества конкурентов растет и вероятность появления новых стратегических инициатив.

Замедление роста спроса на продукцию. На быстро растущем рынке всем достаточно возможностей для роста. Все собственные финансовые и управленческие ресурсы компания может сосредоточить исключительно на обеспечении растущего спроса, а не на попытках

расширения своей клиентской базы за счет конкурентов. При насыщении рынка и падении спроса компании, ориентированные на расширение производства или имеющие излишки производственных мощностей, прибегают к снижению цен и другим приемам увеличения объема продаж, инициируя борьбу за передел рынка, в ходе которой с рынка вытесняются неэффективные с экономической точки зрения участники. Тогда целевой рынок консолидируется в малочисленную группу более сильных товаропроизводителей.

Снижение цен и иные приемы увеличения объемов продаж. Условно-постоянные затраты составляют значительную часть в общих затратах на производство продукции. При этом не полностью используемые производственные мощности обуславливают увеличение стоимости единицы продукции, так как условно-постоянные затраты распределяются на относительно меньшее количество изделий. Если затраты на производство единицы продукции можно снизить за счет обеспечения полной загрузки производственных мощностей, то компании стремятся к увеличению объемов продаж, в первую очередь снижая цены. Также могут применяться специальные скидки, вознаграждения посредникам за увеличение объемов сбыта продукции, что ведет к обострению конкурентной борьбы.

Легкость и доступность смены марки товара. Если покупатель при переходе на другую марку товара не теряет ни в цене, ни в затратах времени, ни в сервисе, то переманить покупателей у конкурентов сравнительно несложно. Если потребителю трудно сменить марку или это сопряжено со значительными финансовыми потерями, компания – новичок должна убедить покупателей, что ее марка того стоит. Для этого компании – новички обычно предлагают значительные скидки с цены, более высокое качество продукции или разнообразное сервисное обслуживание.

Попытки одной или нескольких компаний улучшить свое положение на рынке за счет конкурентов. Компании, теряющие свои позиции или испытывающие финансовые трудности, нередко активизируются: приобретают мелких конкурентов, выводят на рынок новые товары, увеличивают расходы на рекламу, снижают цены и пр. Такие действия инициируют передел рынка и еще более обостряют конкуренцию.

Успешность применения стратегических действий. Чем больше преимуществ от реализации перспективной возможности поведения на рынке, тем выше вероятность того, что компании – конкуренты проявят к ней интерес. Объем получаемой компанией прибыли во многом зависит от быстроты реакции последователей. Если их действия запаздывают (или вовсе отсутствуют), то компания, первой применившая новую эффективную конкурентную стратегию, получает высокие доходы в течение сравнительно длительного периода и значительно опережает конкурентов.

Затраты на выход с рынка превышают затраты на продолжение конкурентной борьбы. Чем больше препятствий на пути выхода с рынка (т. е. чем больше затрат требуется для прекращения деятельности), тем сильнее решимость компаний остаться и продолжать борьбу, несмотря на невысокие доходы или даже убытки.

Большие различия между компаниями – участницами в стратегиях, ресурсной базе и условиях стран, где они зарегистрированы. Среди действующих на рынке компаний всегда находятся желающие сделать рынок неустойчивым посредством применения нестандартных методов и подходов, из-за чего конкурентная среда становится изменчивой и непредсказуемой. Участники глобальных рынков обычно имеют разное представление относительно будущего отрасли и применяют неодинаковые методы конкурентной борьбы. Попытки интернациональных компаний отвоевать друг у друга часть рынка обычно резко усиливают конкуренцию, особенно если у компании – инициатора производственные затраты ниже или потребительские свойства продукции значительно лучше.

Приобретение крупным игроком другой отрасли одной из компаний (даже слабой) в данной отрасли с последующим превращением ее в мощного конкурента. Для выведения слабого конкурента на лидирующие позиции необходима качественная реализация хорошо финансируемой стратегии, направленной на радикальное улучшение предлагаемой продукции с целью привлечения покупателей и увеличения доли контролируемого рынка. Такие действия в случае успеха всегда приводят к усилению давления на остальных конкурентов и побуждают их к разработке адекватных ответных действий.

Потенциально новые конкуренты. Компании – новички, пришедшие на целевой рынок, обычно обладают новыми товарами с улучшенными потребительскими свойствами, сравнительно большими производственными мощностями, желанием обеспечить себе значительную долю рынка и располагают значительными ресурсами для конкурентной борьбы. При этом эти компании испытывают следующие трудности.

Невозможность экономии на масштабе. Этот фактор отпугивает новичков, поскольку заставляет их либо сразу производить большой объем продукции (что требует значительных затрат капитала и поэтому рискованно) или смириться с более высокими затратами на единицу продукции и, следовательно, с более низкой прибылью. Активные действия новичков могут привести к перепроизводству в отрасли, что создаст угрозу для других компаний. Последние соответствующим образом реагируют на ситуацию (снижают цены, увеличивают расходы на рекламу), стремясь сохранить свои позиции. В любом случае новичок должен быть готов на начальном этапе освоения рынка к низким доходам. Особо отметим, что экономия на масштабе воз-

можно не только на производстве, но и на рекламе, маркетинге, сбыте, финансировании, послепродажном обслуживании, приобретении сырья, НИОКР.

Невыгодное положение по ресурсам, не зависящее от размеров компании – новичка. Компании, давно действующие на рынке, обычно имеют отсутствующие у новичков преимущества по ресурсам. Речь идет о налаженных отношениях с поставщиками, выгодных ценах поставок, владении патентами и ноу-хау, удобстве расположения, сравнительно низкой стоимости кредитов, наличии функционирующих производственных мощностей.

Отсутствие эффекта обучаемости. Если снижение себестоимости продукции достигается в основном за счет эффекта обучаемости, то новички оказываются в менее выгодном финансовом положении, чем действующие на рынке конкуренты с большим опытом в производстве данного вида товара.

Отсутствие доступа к технологиям и ноу-хау компаний, уже работающих в отрасли. Выход на некоторые рынки требует наличия технологически сложного оборудования, большого практического опыта и ноу-хау, которых нет у новичков. Аналогичным образом к барьерам входа на рынок причисляют отсутствие квалифицированного персонала и подходящего производственного оборудования. Поэтому новички не могут конкурировать на равных с действующими фирмами, которые тщательно охраняют свои ноу-хау, обеспечивающие им конкурентное преимущество в технологии и производительности труда. Техническое изобретение, обеспечивающее экономию на масштабе, или неизвестное ранее преимущество может упрочить позиции действующих на рынке компаний, а может, наоборот, помочь новичкам закрепиться на рынке. Например, сеть Интернет значительно усилила конкурентные позиции компаний, занимающихся электронной коммерцией, в их борьбе с более сильными компаниями традиционной розничной торговли.

Приверженность потребителей торговым маркам. У покупателей есть приверженность к уже имеющимся торговым маркам, и данный фактор нельзя не учитывать. Японские потребители предпочитают японские автомобили, электронику, фото-, видео- и киноаппаратуру; жители Европы неизменно демонстрируют приверженность европейским маркам бытового оборудования. Значит, новичку надо создать собственную сеть распространения и продвижения и вложить значительные суммы в маркетинг, чтобы привлечь внимание потребителей и создать свою клиентскую базу. Это требует значительного времени на «раскрутку» товара и больших финансовых вложений. Последний фактор приведет к сокращению доходов новичков. Следовательно, повышается риск – в особенности для тех компаний, которым для дальнейшего развития нужна быстрая и большая по объему прибыль.

Отсутствие необходимого объема капиталовложений. Чем больше инвестиций необходимо для успешного выхода на рынок, тем меньше количество вероятных новых конкурентов. Новичку надо сразу же профинансировать покупку или строительство предприятия, приобретение производственного оборудования и материалов, понести значительные расходы на рекламу и продвижение, создание клиентской базы и формирование резервов наличности для покрытия убытков, неизбежных на начальном этапе деятельности.

Недоступность каналов сбыта. Для устранения этого препятствия, предприятию – новичку приходится нести дополнительные и весьма значительные суммы денежных средств за доступ к каналам сбыта, уступая дилерам и дистрибьюторам значительную часть прибыли, предоставляя покупателям рекламные скидки либо прибегая к иным мерам стимулирования сбыта. Поэтому доходы предприятия – новичка будут невысоки до тех пор, пока потребители не признают товар, а логистические компании не станут способствовать его эффективному продвижению.

Действия контролирующих органов. Правительственные органы могут ограничить или запретить доступ на рынок, регулируя выдачу лицензий и разрешений. В регулируемых отраслях доступ на рынок контролируется государством. Национальные правительства ограничивают доступ на рынки своих стран иностранных компаний. Все иностранные инвестиции нуждаются в одобрении специальными государственными органами. Установленные правительствами многих стран высокие стандарты безопасности и защиты окружающей среды также затрудняют проникновение на рынок, повышая затраты компаний на начальном этапе.

Тарифные и нетарифные ограничения. Национальные правительства устанавливают тарифные и нетарифные барьеры (антидемпинговое законодательство, обязательное участие местных компаний, квоты) для затруднения доступа на их рынок иностранных компаний и защиты местных производителей. Индийское правительство, например, требует, чтобы 90% узлов и комплектующих для грузовиков, собираемых в Индии, были местного производства. Чтобы защитить европейских производителей микропроцессоров от азиатских конкурентов, правительства европейских стран жестко контролируют нижний предел цен на микропроцессоры.

Зависимость условий проникновения на рынок от ресурсов и компетенции претендентов. Для компании – новичка, отважившейся конкурировать с предприятиями, давно работающими на данном целевом рынке, барьеры входа могут оказаться слишком высокими. Однако их можно преодолеть при наличии больших по объему финансовых ресурсов, достаточного практического опыта и широко известной торговой марки. Те же барьеры будут незначительными для компа-

ний, давно работающих в одном из сегментов данной отрасли и осваивающих новые сегменты. У таких компаний имеются ресурсы, необходимый опыт коммерческой деятельности и конкурентные возможности для проникновения в смежный сегмент рынка или новую географическую зону.

Угроза появления новых конкурентов значительна, если проникнуть в отрасль несложно, поскольку действующие в отрасли игроки не могут или не хотят противостоять новичкам, а перспектива прибыли достаточно привлекательна.

Появление на рынке новых конкурентов и их возможное влияние на конкуренцию в отрасли зависят также от темпов роста отрасли, ее привлекательности с точки зрения прибыли, этапа жизненного цикла, на котором она находится. При низких темпах роста и невысокой прибыли появление новых компаний не окажет заметного влияния на конкуренцию. Если отрасль быстро развивается и, по прогнозам, возможны большие доходы, то появление новых соперников резко изменит конкурентную ситуацию. Чем сильнее угроза появления новых конкурентов, тем активнее действующим компаниям надо укреплять свои позиции, затрудняя проникновение на рынок новичков. Появлению потенциальных конкурентов препятствуют такие инициативы действующих на рынке компаний, как развитие собственной сети электронной коммерции, увеличение расходов на рекламу, укрепление связей с дилерами и дистрибьюторами, стимулирование НИОКР, улучшение качества продукции.

Конкуренция со стороны предприятий, предлагающих товары – заменители. Иногда компании разных отраслей конкурируют друг с другом, выпуская взаимозаменяемые товары. Например, производители очков конкурируют с изготовителями контактных линз, а также с хирургами – офтальмологами; компании сахарной промышленности – с производителями заменителей сахара; газеты соперничают с телевидением и сетью Интернет и т. д. Конкуренция со стороны товаров – заменителей зависит от их наличия и доступности, конкурентоспособности по качеству и характеристикам, готовности потребителей отдать им предпочтение.

Доступность товаров – заменителей по конкурентоспособным ценам создает конкурентное давление, устанавливая потолок цен, превышение которого чревато переключением потребителей на товары – заменители и падением объемов продаж. Одновременно этот потолок цен определяет и уровень прибыли, если только компании не найдут способ снижения затрат на производство продукции. Если цена на товары – заменители ниже, чем на продукцию отрасли (целевого рынка или его сегмента), то ее производители подпадают под сильное конкурентное давление и вынуждены будут снижать цены на свои товары, компенсируя такое снижение сокращением затрат на производство.

Товары – заменители представляют значительную угрозу, если их количество достаточно велико, цены доступны, потребительские свойства удовлетворительны, а переход не сопряжен для потребителей с чрезмерными расходами. Доступность товаров – заменителей побуждает потребителей сравнивать их с исходным товаром по качеству, дизайну, потребительским свойствам, простоте использования, а также по цене, а производителей – активно рекламировать потребительские свойства и качество своего товара.

Еще один фактор, влияющий на интенсивность конкуренции со стороны заменителей, – это затраты, которые несет потребитель при переходе на товар – заменитель. Они связаны с более высокой ценой, необходимостью приобретать или заменять производственное оборудование, с затратами времени и средств на испытание свойств товара – заменителя, моральными издержками, связанными с разрывом отношений с прежними поставщиками и установлением отношений с новыми партнерами, расходами на переподготовку персонала. Если затраты на переключение на другой товар достаточно высоки, то поставщики товаров – заменителей, чтобы привлечь потребителей, предлагают специальные цены либо другие виды компенсаций. Если затраты невысоки, то поставщикам заменителей значительно проще убедить потенциальных потребителей перейти на покупку их продукции.

Как правило, чем ниже цена товаров – заменителей, выше их качество и оформление, ниже затраты потребителей на переключение, тем сильнее они влияют на конкуренцию в отрасли (на целевом рынке). Вполне очевидные показатели конкурентной силы этих товаров – это темпы роста объема продаж и улучшение способов продвижения, расширение объемов производства и прибыли.

Конкуренция поставщиков. Конкурентное давление на предприятие (компанию) со стороны поставщиков ресурсов зависит от двух факторов: способности поставщиков оказывать давление на потребителя в смысле изменения условий и сроков поставок в желательную для себя сторону и уровня взаимодействия поставщиков и потребителей.

Конкурентное давление со стороны поставщиков незначительно или даже вовсе отсутствует в случае поставки стандартных предметов потребления, предлагаемых многочисленными компаниями с достаточными производственными мощностями для выполнения всех заказов. В этой ситуации можно выбрать нескольких поставщиков и распределить между ними заказ, заставляя их тем самым конкурировать друг с другом. Конкурентное давление поставщиков сравнительно невысоко и в том случае, когда на рынке существуют удовлетворительные товары – заменители, переход на которые несложен и не сопряжен с большими затратами. Поставщики оказывают конкурентное давление на производителей только в том случае, если пред-

ложение их продукции ограничено, а потребители испытывают острую необходимость в ней и готовы идти на уступки.

Кроме того, поставщикам труднее добиться желаемых цен и условий поставок, если компания – потребитель – их главный клиент (покупатель). В этом случае эффективность работы поставщиков напрямую связана с эффективностью функционирования потребителя. Поставщики вынуждены защищать его с помощью умеренных цен, повышения качества продукции, разработки новых видов товаров и услуг.

Поставщики компаний – конкурентов оказывают значительное конкурентное давление, если могут обеспечить отдельным компаниям более выгодные условия с точки зрения цен, качества, потребительских свойств товаров или сроков их поставки. Компании – потребителю достаточно сложно влиять на основных поставщиков.

Если на продукцию поставщиков приходится значительная часть затрат на производство конечной продукции и если эта продукция играет решающую роль в процессе производства и (или) в значительной мере определяет качество производимых товаров, то конкурентное давление поставщиков велико. Велико оно и в том случае, если несколько крупных компаний – поставщиков контролирует производство большей части продукции своей отрасли и цены в ней (как в случае с микропроцессорами). Более того, давление поставщика (или группы поставщиков) на потребителя тем выше, чем сложнее переход к другому поставщику. Крупные поставщики с хорошей репутацией и растущим спросом на свою продукцию меньше склонны к уступкам, чем поставщики, борющиеся за расширение своей клиентской базы или увеличение загрузки своих производственных мощностей.

Конкурентное давление поставщиков велико и тогда, когда покупка их продукции обходится компаниям – производителям дешевле, чем производство этой же продукции своими силами. Например, производители газонокосилок, культиваторов, снегоуборочных машин приобретают электромоторы у других производителей, а не изготавливают их сами, поскольку при небольших объемах производство является убыточным.

Изготовители небольших электромоторов, поставляющие свою продукцию для электротехнической отрасли, экономят за счет значительных объемов производства. Их затраты значительно ниже, чем были бы у производителей электротехнических товаров, если бы те решили наладить собственный выпуск таких двигателей. Поэтому компании – потребители сильно зависят от главного поставщика до тех пор, пока не достигнут масштабов производства, оправдывающих так называемую вертикальную интеграцию «назад». Тогда равновесие сил изменится не в пользу поставщика ресурсов. Чем сильнее угроза вертикальной интеграции в рынки поставщиков, тем быстрее

компании договариваются с поставщиками ресурсов о благоприятных для себя условиях.

Поставщики оказывают сильное конкурентное влияние и в ситуации, когда не могут или считают экономически нецелесообразным производить продукцию соответствующего качества. Например, если компании – поставщики поставляют комплектующие с высоким уровнем брака, то производители готовой продукции несут большие убытки по гарантийному обслуживанию и замене дефектных деталей, что плохо сказывается на их прибыли, репутации и конкурентной позиции на рынке.

Конкурентное давление как результат взаимодействия между поставщиками и потребителями. Все шире распространяется практика создания долгосрочных партнерских отношений между производителями и поставщиками. Это позволяет внедрить систему поставок «точно в срок», сокращающую складские и операционные затраты; ускорить разработку новых моделей комплектующих; повысить качество комплектующих и снизить уровень брака; снизить издержки поставщика и соответственно закупочные цены. Все это увеличивает конкурентное преимущество тех компаний отрасли, которые эффективно взаимодействуют с ключевыми поставщиками.

Конкуренция покупателей. Конкурентное давление со стороны компаний – потребителей также может колебаться от значительного до слабого. Потребители (в особенности если это крупные компании, приобретающие значительные объемы продукции) нередко пользуются преимуществами в сделках. Чем крупнее потребитель и чем больше покупаемая им доля продукции, тем сильнее его влияние на продавцов. Нередко крупным покупателям удается добиться скидок и разного рода уступок.

Компании – потребители оказывают сильное конкурентное давление в том случае, если могут обеспечивать наиболее выгодные для себя цены, высокое качество, сервис и другие условия сделок.

Постоянно усиливающаяся конкуренция как на внутреннем, так и на внешнем рынках обуславливает необходимость решения актуальной проблемы, связанной с обеспечением высокого уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции и самого предприятия.

Конкурентоспособность продукции – это такой уровень его экономическо-технических, эксплуатационных параметров, который позволяет выдержать соперничество (конкуренцию) с другими аналогичными товарами на рынке. Иначе говоря, конкурентоспособность – это сравнительная, а значит, относительная оценка свойств товара. Если бы на рынке не было конкурентов, с товарами которых потребитель сравнивает товар производителя, то нельзя было бы говорить и о его конкурентоспособности. В табл. 4.3 приведены факторы конкурентоспособности продукта на этапах жизненного цикла продукта.

Таблица 4.3

Факторы конкурентоспособности на этапах жизненного цикла продукта

Фактор	Фазы жизненного цикла				
	Разработка	Внедрение	Рост	Зрелость	Спад
Характеристика этапа	Товар отсутствует на рынке	Появление товара, медленный рост продаж	Интенсивный рост продаж	Стабильный объем продаж	Падение объемов продаж
Сила конкуренции	Потенциальная	Очень сильная	Сильная	Слабая	Отсутствует
Доли на рынке	Позиционирование	Малые	Растущие	Большие	Весь рынок
Доступ к рынку	Затруднен	Открыт	Открыт	Затруднен	Блокирован
Объем производства	Опытная партия	Небольшой	Растущий	Максимальный	Снижающийся
Подход к ценообразованию	Исследование спроса	Доходный	Рыночный	Рыночный	Затратный
Роль качества в конкуренции	Очень высокая	Очень высокая	Высокая	Средняя	Определяется ситуацией
Роль потребительских параметров	Ключевая	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
Роль стоимостных параметров	Ключевая	Высокая	Высокая	Средняя	Низкая
Роль регулятора	Стимулирующая	Поддерживающая	Развивающая	Невмешательства	Ограничивающая
Маркетинговая стратегия	Выжидания	Снятие сливок или демпинг	Расширение доли	Диверсификации	Разработка нового товара

Конкурентоспособность продукции является элементом конкурентоспособности предприятия – производителя продукции.

Конкурентоспособность предприятия является более сложным и обобщающим понятием по сравнению с понятием «конкурентоспособность товара». Эта сложность объясняется несравненно большим числом ключевых элементов, а также применяемых методов расчета, по которым целесообразно определять преимущественные индивидуальные числовые оценки. Последние впоследствии используются для расчета общей интегральной оценки уровня конкурентоспособности предприятия. Кроме того, принципы создания, иерархические структуры управления конкурентоспособностью предприятия и конкурентоспособностью товара принципиально различаются.

Уровень конкурентоспособности предприятия следует признать одним из главных обобщающих показателей, с помощью которого может быть дана интегрированная оценка всех его потенциальных, а при необходимости и прогнозных возможностей и конечных экономических результатов деятельности. В связи с отсутствием в России общепринятой методики, которая позволяла бы достоверно

оценивать уровень конкурентоспособности предприятия, указанный показатель не получил официального статуса. Поэтому на многих предприятиях по нему не дается комплексных оценок, расчеты носят фрагментарный характер.

Конкурентоспособность предприятия обеспечивается за счет приобретаемых им разного рода преимуществ по сравнению с основными конкурентами, а именно: экономических, финансовых, инвестиционных, кадровых, имиджевых и т.п. Современные инструменты обеспечения конкурентоспособности предприятия приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Современные инструменты обеспечения конкурентоспособности предприятия

Инструмент обеспечения конкурентоспособности	Краткая характеристика
Всеобщее управление качеством (<i>Total Quality Management</i>)	Непрерывное повышение качества всех организационных, производственно-технологических процессов изготовления продукции и сервисного обслуживания покупателей
Теория бережливого производства (<i>Lean production</i>)	Обеспечение долговременной конкурентоспособности предприятия путем устранения разного вида потерь и непроизводительных затрат
Международные стандарты ИСО 9000 (<i>MSISO 9000</i>)	Описание состава и структуры производственной системы, формулирование требований к ее основным элементам в соответствии с действующими международными и национальными стандартами
Модель делового совершенствования <i>EFQM</i>	Совершенствование системы управления предприятием, ориентированной на обеспечение устойчивого, надежного и долговременного присутствия предприятия на целевом рынке и повышение уровня его конкурентоспособности
Система «20 ключей», или Практическая программа революционных преобразований на предприятии (<i>The Practical Program of Revolution In Factories and Other Organizations</i>)	Оценка эффективности работы предприятия, реализации постоянных улучшений и усовершенствований, внедряемых предприятиями, занимающими лидирующие позиции на целевом рынке
Шесть сигм – 6 «S» (<i>Six Sigma</i>)	Повышение качества продукции (услуг) путем снижения количество «дефектов», возникающих на важнейших этапах выполнения технологического процессов
Семь сигм – 7 «S» (<i>Seven Sigma</i>)	Удовлетворение собственников (<i>Stakeholder satisfaction</i>), прогнозирование (<i>Soothsaying</i>), скорость (<i>Speed</i>), неожиданность (<i>Surprise</i>), изменение правил игры (<i>Shifting</i>), сигнализирование (<i>Signaling</i>), одновременные и последовательные толчки (<i>Simultaneous and sequential</i>)
«Бережливое производство + шесть сигм» (<i>Lean Six Sigma</i>)	Использование не только известных методов управления качеством, но сочетание их с такими новейшими подходами, как методы бережливого производства
Система «Упорядочения»	Наведение порядка во всех сферах деятельности и укрепление трудовой, финансовой, производственной, технологической дисциплины на предприятии
Непрерывное развитие и поддержка жизненного цикла (<i>Continuous Acquisition and Lifecycle Support</i>)	Оказание всесторонней поддержки при производстве сложной наукоемкой продукции на всех этапах ее жизненного цикла
Статистическое управление процессами (<i>Statistical process control</i>)	Принятие решений с использованием как статистических, так и нестатистических методов анализа и решения актуальных проблем с целью осуществления мероприятий, необходимых для достижения и поддержания состояния статистической управляемости процессов, и постоянного улучшения их стабильности и воспроизводимости

Окончание табл. 4.4

Инструмент обеспечения конкурентоспособности	Краткая характеристика
Конкурсы в области повышения качества	Продвижение качественных товаров, услуг и передовых технологий на российский рынок и решение проблем интеграции этой продукции в мировой рынок
Всестороннее исследование достоверности предоставляемой информации (<i>Due Diligence</i>)	Всестороннее исследование деятельности предприятия, его финансового состояния и положения на целевом рынке
Брендинг (<i>Branding</i>)	Усиленное воздействие на потребителя товарного знака, рекламных обращений и других элементов рекламной деятельности, объединенных определенной идеей и характерным унифицированным оформлением, которые выделяют товар предприятия среди главных конкурентов и создают положительный его образ
Паблик рилейшнз (<i>Public Relations</i>)	Непрерывная деятельность по созданию и развитию всестороннего понимания и доверия общественности к данному предприятию, его социальной значимости и имиджу
Реклама	Распространяемая в любой форме, с помощью любых средств информация о предприятии, производимых им товарах (оказываемых услугах), которая предназначена для потенциальных покупателей и призвана формировать или поддерживать интерес к этому предприятию и способствовать реализации его товаров (услуг)
Мерчандайзинг (<i>Merchandising</i>)	Удовлетворение потребительского спроса путем оптимизации расстановки рекламного оборудования, расположения товарных подгрупп и их продвижения
Аутсорсинг (<i>Outsourcing</i>)	Выполнение всех или части функций по управлению предприятием сторонними специализированными организациями
Сбалансированная система показателей (<i>Balanced Scorecard</i>)	Управление показателями результатов деятельности предприятия как интегрированной системы
Диверсификация	Освоение новых видов деятельности, расширение номенклатуры выпускаемых товаров (оказываемых услуг), освоение новых рынков сбыта
Дифференциация товаров (услуг)	Разработка ряда существенных модификаций товаров (услуг), существенно отличающихся от аналогичных товаров (услуг) главных конкурентов
Реинжиниринг бизнес-процесса (<i>Business process reengineering</i>)	Кардинальное перепроектирование бизнес-процессов на предприятии, имеющих конечной целью достижение коренных улучшений основных показателей его деятельности: стоимости, качества услуг и темпов

Управление предприятием в условиях рынка сводится к оценке и анализу факторов, повышающих или понижающих его конкурентоспособность, выбору и реализации соответствующей конкурентной стратегии и тактики для достижения цели, сформулированной в миссии. В связи с этим при обосновании управленческих решений по внедрению новой технической системы и прогрессивной технологии перевозок должна производиться оценка как их конкурентоспособности, так и их влияния на конкурентоспособность предприятия.

Определение индекса конкурентоспособности основано на динамическом сравнении конкурентоспособности оцениваемого варианта и базового аналога. В качестве аналога может быть принят мировой стандарт или наилучший отечественный образец. Решение о внедрении новой технической системы или прогрессивной технологии принимается, если индекс конкурентоспособности выше единицы.

Необходимость в оценке конкурентоспособности разрабатываемых технологий или технических систем возникает еще до их появления. Следует учитывать, что их коммерческое использование более чем на 80% зависит от технических параметров, закладываемых на первоначальной стадии ее разработки.

Конкурентоспособность будет определяться с одной стороны соотношением потребительских свойств, с другой – соотношением стоимостных оценок исходя из цены потребления. Применительно к условиям транспортной компании конкурентоспособность, например, нового тепловоза есть функция индекса его потребительских свойств и индекса цены потребления.

Показатель конкурентоспособности по потребительским параметрам может выражаться как в абсолютных величинах, так и в относительных – индексах. Он также может рассчитываться как по натуральным показателям (т, т·км и т. д.), так и по стоимостным.

В случае использования различных по сути потребительских параметров для расчета необходимо применять средневзвешенный индекс конкурентоспособности потребительских параметров I_n , который рассчитывается следующим образом:

$$I_n = \sum i_j \alpha_j,$$

где i_j – частный индекс j -го показателя;
 α_j – вес (значимость) j -го показателя.

Частные индексы рассчитываются как отношение величины i -го показателя исследуемого образца к величине показателя эталона, а именно:

$$i_j = \frac{K_j^{\text{обр.}}}{K_j^{\text{эт.}}}$$

В качестве эталона принимается наиболее конкурентоспособный образец, который соответствует новейшим достижениям науки, техники и коммерческого успеха. Значимость j -го показателя определяется по результатам экспертных оценок, рассчитываемых либо самостоятельно, либо по материалам рейтинга данных объектов, публикуемых в специализированных журналах, рекламных проспектах и пр.

Цена потребления характеризуют совокупные издержки по использованию объекта, которые определяются и в индексной форме следующим образом:

$$I_z = \sum i_j \beta_j,$$

где i_j – частный индекс j -го показателя затрат;
 β_j – вес j -го показателя затрат.

В данном случае i_j рассчитывается следующим образом:

$$i_j = \frac{Z_j^{\text{обр.}}}{Z_j^{\text{эт.}}};$$

здесь $Z_j^{\text{обр.}}$ и $Z_j^{\text{эт.}}$ – элементы цены потребления (затрат) для образца и эталона соответственно.

Таким образом, для расчета интегрального показателя конкурентоспособности объекта необходимо:

- определить объект исследования (вагон, локомотив, техническое устройство, технология и т. п.);
- составить перечень показателей и классифицировать их по группам – «жесткие» и «мягкие», потребительские и стоимостные;
- определить список наиболее конкурентоспособных эталонов;
- свести данные в таблицу и рассчитать индексы потребительских и стоимостных параметров по каждому показателю;
- определить вес для каждого из показателей;
- рассчитать интегральный показатель конкурентоспособности исследуемого образца в сравнении с эталонами.

Для иллюстрации изложенной методики проведено определение индекса конкурентоспособности нового тепловоза (2ТЭ25). За базу сравнения был принят аналог, предлагаемый на рынке (2ТЭ116).

Следует отметить, что для расчета потребительских индексов по показателям, ухудшающим потребительские свойства объекта, используется следующая формула:

$$i_j = \frac{k_j^{\text{эт.}}}{k_j^{\text{обр.}}}.$$

Удельный вес показателей по потребительским и стоимостным параметрам определяется экспертным путем.

Индексы потребительских и стоимостных параметров тепловоза определены по следующим формулам:

$$I_{\text{п.}}^{\text{л.}} = \frac{P_i}{P_{\text{эт.}}} \alpha_p + \frac{B_i}{B_i} \alpha_b + \frac{v_i}{v_{\text{эт.}}} \alpha_v + \frac{F_i}{F_{\text{эт.}}} \alpha_f + \frac{L_i}{L_i} \alpha_L;$$

$$I_{\text{з.}}^{\text{л.}} = \frac{K_i}{K^{\text{эт.}}} \beta_K^{\text{эт.}} i_T + \frac{E_{\text{рем.}}^i}{E_{\text{рем.}}^{\text{эт.}}} \beta_{E_{\text{рем.}}}^{\text{эт.}} i_T + \frac{E_{\text{э.}}^i}{E_{\text{э.}}^{\text{эт.}}} \beta_{E_{\text{э.}}}^{\text{эт.}} i_T,$$

- где P – мощность локомотива, кВт;
 B – удельный расход топлива, л;
 v – максимальная скорость локомотива, км/ч;
 F – удельная сила тяги локомотива, Н/кВт;
 $\alpha_p, \alpha_b, \alpha_v, \alpha_f, \alpha_L$ – соответственно значимость параметра p, B, v, F и L в оценке индекса конкурентоспособности;

- r – относительный суммарный расход масла дизеля, % от расхода топлива;
 K – цена единицы подвижного состава, тыс. руб.;
 $E_{\text{рем.}}$ – стоимость капитального ремонта, тыс. руб.;
 $E_{\text{э.}}$ – эксплуатационные расходы, тыс. руб.;
 $T_{\text{сл.}}$ – срок службы, лет.
 i_T – индекс срока службы, необходимый для сопоставления расходов на ремонт и эксплуатацию подвижного состава, определяемый по формуле

$$i_T = \frac{T_{\text{сл.}}^{\text{эт.}}}{T_{\text{сл.}}^i}.$$

Результаты расчетов индексов потребительских и стоимостных параметров по рассматриваемым вариантам приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Расчет индексов потребительских и стоимостных параметров тепловоза

Наименование	Мощность, кВт	Уд. расход топлива, кг	Максимальная скорость, км/ч	Сила тяги, Н	Относительный суммарный расход масла дизеля, % от расхода топлива
2ТЭ116	3060	198	100	52,0	1,90
2ТЭ25	3400	195	120	79,6	0,75
Вес показателей	0,15	0,20	0,20	0,40	0,05
Индекс потребительских параметров					1,349
Наименование	Цена продажи, тыс. руб.	Стоимость капитального ремонта, тыс. руб.	Эксплуатационные расходы, тыс. руб.	Срок службы, лет	
2ТЭ116	91 000	6700	48 500	20	
2ТЭ25	105 000	22 500	42 400	40	
Вес показателей	0,4	0,3	0,3		
Индекс срока службы					0,5
Индекс стоимостных параметров					0,866

Индекс конкурентоспособности определяется как отношение индекса потребительских параметров к индексу стоимостных параметров. Индекс конкурентоспособности нового тепловоза равен . Величина индекса больше единицы, поэтому она свидетельствует о целесообразности внедрения новой технической системы.

Определение рейтинга отдельных технических систем и оценка уровня их конкурентоспособности должны стать неотъемлемой частью экономической работы разработчиков, производителей и покупателей. Оценка уровня конкурентоспособности технических систем на отдельных стадиях жизненного цикла позволяет своевременно реагировать на изменение внутренней и внешней среды и принимать обоснованные управленческие решения по своевременному их внедрению.

§ 4.3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗРАБОТЧИКОВ, ПОСТАВЩИКОВ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Реализация инновационной политики на железнодорожном транспорте требует активного внедрения новых принципов взаимоотношений разработчиков (НИИ, КБ и др.), поставщиков (заводов – изготовителей и т. п.) и потребителей (транспортных компаний) технических систем. Эти взаимоотношения должны быть основаны на соблюдении жестких требований по повышению надежности продукции, прежде всего, за счет применения технологических новшеств.

Основой взаимодействия транспортных компаний с изготовителями продукции должно стать построение долгосрочных отношений, обеспечивающих соблюдение показателей надежности и безопасности, заложенных в основу контракта. Повышение степени ответственности продукции производителей современным техническим требованиям, улучшение ее качества, оптимизация затрат на ее разработку, проектирование, изготовление и создание инновационной продукции позволяют решать следующие задачи:

- ускорение технического прогресса и формирование инновационного потенциала железнодорожного транспорта;
- удовлетворение потребности транспортных компаний в инновационной и качественной продукции, соответствующей требованиям международных, национальных и корпоративных стандартов;
- повышение эксплуатационной надежности продукции;
- снижение технических и экономических рисков развития транспортных компаний;
- улучшение качества транспортного обслуживания за счет внедрения новых видов подвижного состава и сложных технических систем, соответствующих лучшим мировым аналогам;
- повышение производственно-экономической эффективности деятельности железнодорожного транспорта;
- ускорение инновационного развития и реализация задач технологической модернизации и технического перевооружения железнодорожного транспорта.

Для систематизации и унификации требований к параметрам технических систем железнодорожного транспорта разработчик, изготовитель и заказчик должны спланировать и согласовать действия по обеспечению надежности и безопасности.

Для обеспечения надежности и безопасности технических систем необходимо разработать комплекс организационно-технических требований и мероприятий по обеспечению безотказности, готовности и ремонтпригодности технических систем железнодорожного

транспорта на этапах жизненного цикла на основе стоимости жизненного цикла.

В зависимости от этапа жизненного цикла перечень требований по обеспечению надежности и безопасности технических систем разрабатывают и утверждают:

- разработчик (для этапов жизненного цикла, связанных с разработкой и проектированием технических систем железнодорожного транспорта). Согласование осуществляется с изготовителем и заказчиком;
- изготовитель (для этапов жизненного цикла, связанных с изготовлением и производством). Согласование осуществляется с разработчиком и заказчиком;
- заказчик (для этапов жизненного цикла, связанных с эксплуатацией технических систем железнодорожного транспорта). Согласование осуществляется с разработчиком и изготовителем.

Требования по обеспечению надежности и безопасности объектов железнодорожного транспорта должны отражать организацию, цели, мероприятия по достижению планируемого уровня надежности и безопасности, принятые разработчиком, изготовителем и заказчиком; полномочия, ответственность и подотчетность на всех этапах жизненного цикла; процесс взаимодействия разработчика, изготовителя и заказчика; виды и объем отчетной документации. Если в процессе эксплуатации техническая система железнодорожного транспорта модернизируется, то и требования к надежности и безопасности должны пересматриваться и обновляться.

Разработанные требования к надежности и безопасности технических систем могут быть предоставлены для независимого экспертного заключения в организацию, аккредитованную на проведение сертификационных работ.

В табл. 4.6 приведены примерные задачи по обеспечению надежности и безопасности на этапах жизненного цикла технических систем железнодорожного транспорта, которые рассмотрены как часть общих задач проекта.

Соблюдение требований надежности и безопасности технических систем железнодорожного транспорта позволяет реализовать основные положения комплексной системы управления ресурсами, рисками и анализа надежности на этапах жизненного цикла. Формирование системы показателей безопасности и надежности позволяет персонифицировать ответственность за их выполнение на этапах жизненного цикла и разработать механизм экономической ответственности разработчиков, поставщиков и потребителей технических систем за несоблюдение параметров жизненного цикла. При этом важным элементом такого механизма является комплексная оценка стоимости жизненного цикла технической системы с выделением отдельных элементов для учета влияния на нее показателей надежности и безопасности.

Таблица 4.6

Задачи по обеспечению надежности и безопасности технических систем железнодорожного транспорта на этапах жизненного цикла

Этап жизненного цикла	Общие задачи	Задачи надежности	Задачи безопасности
1. Концепция	Установление области применения и назначения проекта. Определение концепции проекта. Проведение финансового анализа и технико-экономического обоснования. Организация управления проектом	Пересмотр ранее достигнутых показателей надежности. Учет значений надежности технических систем железнодорожного транспорта	Пересмотр ранее достигнутых показателей безопасности. Учет значений безопасности технических систем железнодорожного транспорта. Пересмотр целей и политики безопасности
2. Характеристика технических систем и условий применения	Определение профиля назначения технических систем железнодорожного транспорта. Подготовка описания технических систем железнодорожного транспорта. Определение стратегий эксплуатации и технического обслуживания. Определение эксплуатационных условий. Определение условий проведения технического обслуживания. Определение влияния существующих ограничений в части инфраструктуры	Оценка информации, накопленной из прошлого опыта в части надежности. Проведение предварительного анализа надежности. Выработка политики обеспечения надежности. Определение долгосрочных эксплуатационных условий и условий проведения технического обслуживания. Определение влияния существующих ограничений инфраструктуры железнодорожного транспорта на надежность	Оценка информации, накопленной из прошлого опыта в части безопасности. Проведение предварительного анализа опасностей. Разработка программы обеспечения функциональной безопасности технических систем железнодорожного транспорта. Определение критериев риска. Определение влияния существующих ограничений инфраструктуры железнодорожного транспорта на безопасность
3. Анализ риска	Анализ рисков в реализации проекта	Оценка риска в части надежности технических систем железнодорожного транспорта	Оценка риска в части безопасности технических систем железнодорожного транспорта. Ведение журнала учета опасностей
4. Требования к техническим системам железнодорожного транспорта	Проведение анализа требований. Установление требований к техническим системам железнодорожного транспорта (общие требования). Установление требований к среде. Определение критериев подтверждения и приемки технических систем железнодорожного транспорта (общие требования). Разработка плана валидации. Установление требований к управлению, качеству и организации. Выполнение процедуры контроля за изменениями	Установление требований надежности к техническим системам железнодорожного транспорта (в целом). Определение критериев приемки технических систем железнодорожного транспорта в части надежности (в целом). Определение функциональной структуры технических систем железнодорожного транспорта. Разработка программы обеспечения надежности. Организация управления надежностью	Установление требований к безопасности технических систем железнодорожного транспорта (в целом). Определение критериев приемки технических систем железнодорожного транспорта в части безопасности (в целом). Описание функциональных требований к безопасности. Организация управления безопасностью

Продолжение табл. 4.6

Этап жизненного цикла	Общие задачи	Задачи надежности	Задачи безопасности
5. Проектирование и реализация	Осуществление планирования. Осуществление проектирования и разработки. Проведение анализа проекта и испытания. Верификация проекта. Реализация и валидация Проектирование ресурсов материально-технического обеспечения	Выполнение политики обеспечения надежности путем рассмотрения, анализа, проверки и оценки данных в части: - безотказности и готовности; - технического обслуживания и ремонтпригодности; - оптимальной политики технического обслуживания; - поддержки материально-технического обеспечения. Контроль за выполнением политики обеспечения надежности в части контроля за субподрядчиками и поставщиками	Выполнение программы обеспечения функциональной безопасности путем рассмотрения, анализа, проверки и оценки данных: - журнала учета опасностей. - анализа опасностей и оценки риска. Обоснование проектных решений по безопасности. Контроль за выполнением программы обеспечения функциональной безопасности в части: - управления безопасностью; - контроля за субподрядчиками и поставщиками. Подготовка доказательств безопасности общего характера. Подготовка (если необходимо) доказательств безопасности общего характера при применении
6. Производство	Разработка плана производства. Изготовление. Изготовление и испытание сборочных узлов компонентов. Подготовка документации Организация обучения	Осуществление защиты от внешних воздействий Проведение испытаний на повышение надежности. Ведение отчетов об отказах и корректирующих действиях	Выполнение политики обеспечения функциональной безопасности путем рассмотрения, анализа, проверки и оценки данных. Использование журнала учета опасностей
7. Установка	Монтаж технических систем железнодорожного транспорта. Установка технических систем железнодорожного транспорта	Начало обучения персонала по проведению технического обслуживания. Составление перечня запасных частей и обеспечение инструментом	Разработка программы установки. Выполнение программы установки
8. Валидация технических систем железнодорожного транспорта	Ввод в опытную эксплуатацию. Опытная эксплуатация. Проведение обучения	Верификация надежности	Разработка программы ввода в эксплуатацию. Реализация программы ввода в эксплуатацию. Подготовка доказательств безопасности технических систем железнодорожного транспорта для конкретного применения

Окончание табл.4.6

Этап жизненного цикла	Общие задачи	Задачи надежности	Задачи безопасности
9. Приемка технических систем железнодорожного транспорта	Осуществление процедуры приемки на основании критериев приемки. Сбор доказательств для приемки. Ввод в эксплуатацию. Продолжение опытной эксплуатации (если необходимо)	Оценка подтверждения по показателям надежности	Оценка доказательств безопасности технических систем железнодорожного транспорта для конкретного применения
10. Эксплуатация и техническое обслуживание	Постоянная эксплуатация технических систем железнодорожного транспорта. Проведение текущего технического обслуживания. Текущее обучение	Текущее обеспечение запасными частями и инструментом. Текущее техническое обслуживание, материально-техническое снабжение с целью обеспечения надежности	Текущее техническое обслуживание с целью обеспечения безопасности. Текущий мониторинг показателей безопасности и ведение журнала учета опасностей
11. Мониторинг эксплуатационных характеристик	Сбор статистических данных по эксплуатационным показателям. Получение, анализ и оценка данных	Сбор, анализ, оценка и применение статистических данных по показателям надежности	Сбор, анализ, оценка и применение статистических данных по показателям безопасности
12. Модификация и модернизация	Выполнение процедуры запроса на изменение. Выполнение процедуры модификации и модернизации	Рассмотрение возможности модификации и модернизации для надежности	Рассмотрение возможности модификации и модернизации для безопасности
13. Вывод из эксплуатации и утилизация	Планирование вывода из эксплуатации и утилизации. Вывод из эксплуатации. Утилизация	Деятельность в части надежности отсутствует	Проведение анализа опасностей и оценки риска. Реализация политики обеспечения функциональной безопасности

На стадии разработки технических требований, в качестве составляющей технико-экономического обоснования эффективности приобретения и эксплуатации технических систем рассчитывается цена стоимость жизненного цикла. Стоимость жизненного цикла и цена определяются применительно к единице подвижного состава или одной сложной технической системе. При этом стоимость жизненного цикла и цена уточняются поставщиком (разработчиком, изготовителем) по согласованию заказчиком на этапах разработки технического задания, а также при подготовке договора о разработке и поставке подвижного состава и сложных технических систем.

В ОАО «РЖД» согласно Регламенту определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта, утвержденному распоряжением ОАО «РЖД» от 02.09.2008 г. № 1879р используется следующий порядок разработки и утверждения стоимости технической системы:

1. Департамент технической политики с учетом мнения инициатора поставок (работ, услуг) подготавливает предложения по выбору:

- организации для выполнения работы по расчету стоимости жизненного цикла и цены технических систем на этапе определения технических;
 - организации – эксперта для проведения технической и экономической (технико-экономической) экспертизы расчета стоимости жизненного цикла и цены на этапах определения технических требований и разработки технического задания.
2. Предложения Департамента технической политики по выбору организации и организации – эксперта рассматривает и утверждает вице-президент – главный инженер ОАО «РЖД».
 3. Организации, участвующие в расчете стоимости жизненного цикла и цены технических систем, могут выбираться на конкурсной основе в порядке, установленном ОАО «РЖД».
 4. Расчет стоимости жизненного цикла и цены технических систем, выполненный выбранным разработчиком, представляется инициатору поставок (работ, услуг) для согласования расчетов и направления их в Департамент технической политики, который, в свою очередь, направляет их организации – эксперту на техническую и/или экономическую (технико-экономическую) экспертизу.
 5. После соответствующей корректировки инициатором поставок (работ, услуг), проведенной на основании экспертного заключения, расчет стоимости жизненного цикла и цены утверждается заказчиком.

Стоимость жизненного цикла и цена технических систем определяются на основе данных ОАО «РЖД» об объеме партии (серии) подвижного состава и сложных технических систем, приобретение которых планируется, их технических параметрах, указываемых в технических требованиях, планируемых режимах их использования и условиях эксплуатации, о цене единицы энергоресурсов, об используемых в расчетах норме дисконта и темпах инфляции, о технических и экономических показателях эксплуатации подвижного состава и сложных технических систем, принимаемых за аналог при сопоставлении с новым подвижным составом и сложными техническими системами, а также на основе данных поставщика (разработчика, изготовителя), содержащихся в техническом задании и другой технической документации.

Таким образом, для оптимизации затрат на приобретение и эксплуатацию технических систем, а также выбора из них наиболее экономически целесообразного варианта осуществляется расчет их стоимости жизненного цикла и цены.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Маркетинг инновационной деятельности.
2. Основные элементы маркетинга инновационной деятельности.
3. Анализ жизненного цикла продукта в системе маркетингового управления.
4. Характеристика составляющих комплекса маркетинга на этапах жизненного цикла продукта.
5. Основные маркетинговые стратегии на этапах жизненного цикла продукта.
6. Этапы жизненного цикла организации.
7. Основные модели жизненного цикла организации.
8. Эксплеренты, пациенты, виоленты, коммутанты, леталенты и их стратегии развития.
9. Характеристика комплекса маркетинга на этапах жизненного цикла компании.
10. Маркетинговые принципы управления компанией.
11. Факторы конкурентоспособности технических систем на этапах жизненного цикла.
12. Факторы, усиливающие конкурентную борьбу на транспортном рынке.
13. Проблемы развития конкуренции на транспортном рынке.
14. Факторы конкурентоспособности на этапах жизненного цикла продукции.
15. Конкурентоспособность продукции и компании.
16. Современные инструменты обеспечения конкурентоспособности компании.
17. Оценка уровня конкурентоспособности продукции.
18. Этапы расчета интегрального показателя конкурентоспособности продукции.
19. Основные направления повышения конкурентоспособности компании.
20. Цели и задачи взаимодействия разработчиков, поставщиков и потребителей технической системы на этапах жизненного цикла продукта.
21. Задачи управления жизненным циклом технической системы при взаимодействии разработчиков, поставщиков и потребителей.
22. Безопасность и надежность технических систем как основа взаимодействия разработчиков, поставщиков и потребителей.
23. Задачи по обеспечению надежности и безопасности технических систем на этапах жизненного цикла.
24. Цели и задачи механизма экономической ответственности разработчиков, поставщиков и потребителей за несоблюдение параметров жизненного цикла технических систем.

ГЛАВА 5. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

§ 5.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Классификация объекта изучения необходима для его идентификации и разработки методов управления им, формирования системы мониторинга и контроллинга его функционирования, а также учета особенностей при оценке стоимости жизненного цикла. Согласно «Классификатору объектов и причин отказов технических средств», утвержденных 29.12.07 г., в ОАО «РЖД» выделены следующие *группы технических средств*:

- верхнее строение пути, земляное полотно, искусственные сооружения и железнодорожные переезды;
- подвижной состав и специальный самоходный подвижной состав;
- устройства и линии электроснабжения;
- устройства, средства, сооружения и системы железнодорожной технологической электросвязи;
- устройства железнодорожной автоматики и телемеханики;
- устройства автоматического контроля технического состояния по ходу поезда;
- вычислительная техника, периферийные устройства, сеть передачи данных, общесистемное и прикладное программное обеспечение, используемое в информационных системах при организации перевозочного процесса;
- сооружения и устройства станционного хозяйства (грузовые и пассажирские платформы, пешеходные мосты, тоннели и настилы);
- машины и механизмы;
- средства крепления груза;

- автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКПО ПВ);
- вагонные весы;
- устройства и коммуникации промышленного телевизионного обеспечения;
- устройства и коммуникации теплоснабжения;
- устройства и коммуникации водоснабжения и водоотведения.

При разработке технических требований к перспективным техническим системам необходимо определять стоимость жизненного цикла на основе исходной информации предприятия – разработчика. Это позволит делать предварительную оценку всех затрат проектируемой технической системы. Стоимость жизненного цикла технической системы, включающая все затраты потребителя при ее использовании, во многом предопределяет выбор потребителя. При этом следует отметить, что рост уровня качества технической системы сопровождается снижением эксплуатационных расходов и ростом затрат на ее изготовление. Поэтому новые технические системы, внедряемые на железнодорожном транспорте, имеют более высокую первоначальную стоимость по сравнению с существующими аналогами и обеспечивают на протяжении срока эксплуатации более низкие эксплуатационные расходы.

Одним из важнейших методических принципов является то, что затраты технической системы за жизненный цикл включают все затраты потребителя, связанные с ее приобретением и владением ей, т. е. затраты на приобретение, сопутствующие единовременные затраты, эксплуатационные расходы, срок ее использования, расходы на утилизацию, а также при необходимости учитываются дополнительные затраты в смежные отрасли. Таким образом, стоимость жизненного цикла определяется затратами приобретения и владения продуктом на протяжении жизненного цикла. При этом жизненный цикл технической системы (ЖЦТС) представляет собой временной интервал между этапом выработки концепции ее создания и этапом утилизации продукта. *Основными элементами жизненного цикла технической системы* являются следующие:

- выявление потребностей рынка и возможностей поставщиков;
- генерация идей, их фильтрация, идентификация;
- технико-экономическая экспертиза;
- научно-исследовательские работы;
- опытно-конструкторские работы;
- пробный маркетинг;
- подготовка производства;
- производство и сбыт;
- эксплуатация;
- утилизация.

С методической точки зрения стоимость жизненного цикла может быть использована в качестве критерия:

- допустимости закупки, так как позволяет определить влияние эксплуатации технической системы на финансово-экономические и эксплуатационные показатели компании;
- эффективности инвестиционных проектов, так как позволяет определить наиболее эффективную техническую систему при сопоставлении расчетных значений стоимости жизненного цикла конкурирующих аналогов;
- обоснования компромиссных решений, так как позволяет выбрать оптимальный вариант реализации проекта;
- уровня ремонтоемкости технической системы, так как позволяет дать количественную оценку требованиям к стоимостным показателям текущего содержания и ремонта;
- обоснования величины гарантий, так как при анализе фактических затрат выделяют причины преждевременных отказов для оценки затрат на внеплановые ремонты и гарантий поставщика на их компенсацию.

Концепция стоимости жизненного цикла технической системы помогает определить целесообразность ее приобретения на основе повышения конкурентоспособности посредством минимизации стоимости приобретения и владения. Выделяют следующие сферы использования показателя стоимости жизненного цикла:

- в технической сфере – обоснование целесообразности реализации технического решения, необходимого для минимизации последствий от отказов в будущем;
- в сфере закупок – обоснование приобретения технических систем более высокого качества на более благоприятных условиях;
- в сфере инженерного проектирования – обоснование эффективности в долгосрочной перспективе, а не только в гарантийный период;
- в сфере технологии производственных процессов – обоснование уровня показателей надежности для соблюдения параметров жизненного цикла технической системы;
- в сфере текущего содержания и технического обслуживания – обоснование программы технического обслуживания и ремонтов для планирования финансового обеспечения их осуществления;
- в сфере обеспечения надежности – обоснование уровня показателей надежности для определения экономической ответственности поставщиков.

Модель стоимости жизненного цикла представляет собой упрощенную форму действительности с достаточной степенью по-

вторяющей ее свойства, существенные для целей оценки затрат при приобретении и эксплуатации. Основные свойства и характеристики технической системы абстрагируются и переводятся в параметры оценки затрат. Для повышения объективности оценки на основе модели стоимости жизненного цикла технической системы следует:

- выделить признаки анализируемой технической системы, включая область ее применения, программу текущего ремонта, уровень готовности к эксплуатации, ремонтпригодность, а также возможные пределы и ограничения ее использования;
- систематизировать все факторы, определяющие стоимость жизненного цикла;
- укрупнить с возможностью детализации отдельных параметров;
- сформировать уровни иерархии, чтобы оценка отдельных элементов стоимости жизненного цикла не зависела от других элементов.

При формировании модели стоимости жизненного цикла необходимо учитывать следующие параметры:

- структуру расходов по местам возникновения в разрезе элементов затрат;
- объемы и структуру объема работ, выпуска продукции;
- механизм оценки затрат за жизненный цикл;
- ожидаемые результаты;
- безопасность и охрану окружающей среды;
- неопределенность информации и риск;
- факторы, повышающие затраты, идентифицированные на основе анализа чувствительности.

Информационная база во многом определяет точность расчета стоимости жизненного цикла и объективность оценки. Исходные величины могут быть как детерминированными, так и стохастическими параметрами.

Детерминированными величинами преимущественно являются следующие показатели: почасовая оплата, количество технических систем, расход топлива, срок службы, количество отдельных компонентов, ежегодный пробег, продолжительность эксплуатации в год, потребление энергии на 1 км и т.д.

Величинами преимущественно стохастического характера являются частота отказов, величина средней наработки до ремонта, расходы по ремонту, время ремонтных работ, время простоев и т.д.

В экономической литературе рассматриваются следующие методические подходы к определению стоимости жизненного цикла:

- совокупность разовых и периодические затрат;

- сумма цены приобретения, расходов на гарантийное обслуживание, ремонт, техобслуживание, а также эксплуатационные затраты для конечного пользователя;
- сумма стоимости производства, затрат на техобслуживание и стоимость простоя для конечного пользователя;
- совокупность стоимости приобретения, эксплуатационных затрат, затрат на плановое и внеплановое техобслуживание, а также расходы по конверсии и списанию.

Для того чтобы сформировать модель стоимости жизненного цикла, рекомендуется разложить все затраты – параметры, которые следует идентифицировать по отдельности. При этом идентификация параметров основывается на разделении по уровням и категориям в разрезе фаз жизненного цикла. Например, затраты могут быть детализованы:

- по отдельным производственным процессам (ремонт, обслуживание, эксплуатация);
- по фазам жизненного цикла на отдельные промежутки времени (единовременные, периодические, текущие, ликвидационные);
- по различным сущностным признакам (затраты на оплату труда, социальные отчисления, материальные затраты, амортизация, прочие затраты).

Для обоснования управленческих решений на основе моделей стоимости жизненного цикла технической системы необходимо следить за тем, чтобы информация о затратах находилась в соответствии с определенной ее структурой и актуализировалась адекватно современным условиям.

При оценке параметров стоимости жизненного цикла технических систем в международной практике используют следующие методы: инженерный (расчетный); аналоговый (сравнительный); параметрический.

Инженерный метод подразумевает прямую оценку затрат по каждому параметру. В данном случае используются стандартные факторы, влияющие на объем работ. Этот метод позволяет детализировать расчет стоимости жизненного цикла оцениваемого объекта. В отечественной практике он известен как метод прямого счета.

Аналоговый (сравнительный) метод предполагает оценку затрат на основании прошлого опыта или в сравнении со схожими техническими системами. При использовании исторического опыта используемые данные необходимо скорректировать с учетом научно-технического прогресса в развитии техники и технологических процессов. При использовании механизма сравнения следует сравниваемые параметры адаптировать к оцениваемому объекту. Этот метод позволяет минимизировать затраты по времени и степени комплектности и является самым простым в применении.

Параметрический метод оценки стоимости жизненного цикла основан на использовании специальных функций зависимости затрат от выполняемых объемов работ. В отличие от инженерного метода он позволяет учесть специфические особенности оцениваемого объекта. В частности, одним из важнейших параметров, который необходимо учесть в расчете стоимости жизненного цикла, является экономическая ответственность поставщиков за несоблюдение параметров жизненного цикла.

Таким образом, анализ методических подходов к оценке стоимости жизненного цикла технических систем позволяет сделать вывод о высоком теоретическом уровне проработки отдельных положений концепции стоимости жизненного цикла. Однако применительно к условиям функционирования транспортных компаний следует адаптировать методы и модели стоимости жизненного цикла для учета особенностей их функционирования (длительные сроки эксплуатации, высокая капиталоемкость, высокая трудоемкость транспортного производства, динамичное изменение конъюнктуры рынка и т.п.). Использование зарубежного опыта в определении параметров модели стоимости жизненного цикла позволяет стандартизировать процедуры оценки в соответствии с международной практикой.

§ 5.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАТРАТ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Стоимость жизненного цикла технических систем железнодорожного транспорта включает затраты единовременного (инвестиции) и текущего характера (эксплуатационные расходы) за срок службы (срок полезного использования), а также ликвидационные расходы, связанные с исключением объекта из эксплуатации.

В практике ОАО «РЖД» в соответствии с Методикой определения жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта, утвержденной распоряжением от 27.12.2007 г. №2459р, при расчете стоимости жизненного цикла технических систем выделяют шесть стадий:

- выработку концепции и разработку технического задания;
- опытно-конструкторские работы;
- изготовление технической системы;
- внедрение (установку);
- эксплуатацию и техническое обслуживание;
- изъятие из эксплуатации (ликвидацию, утилизацию).

Для транспортной компании затраты первых трех – четырех стадий опосредованно выражены в первоначальной стоимости технической системы – цене приобретения. Эти затраты для нее выражаются в объеме инвестиций на приобретение.

На стадии *«выработка концепции и разработка технического задания»* осуществляются маркетинговые исследования заказчиком и поставщиком технической системы, формируются исходные технические требования к ней, проводится конкурс среди поставщиков на ее разработку и изготовление, прогнозируется стоимость жизненного цикла единицы технической системы и разрабатываются основные положения проекта договора на ее создание. Результат работ, выполняемых на данной стадии, заключается в определении возможности и целесообразности создания технической системы по потребительским и коммерческим параметрам, разработке и утверждении технических требований к конкретному типу (серии), выборе поставщика технической системы.

На стадии *«опытно-конструкторские работы»* выполняются научно-исследовательские работы по изысканию путей и принципов рационального создания новой (модернизированной) технической системы для формирования технического задания, детальное прогнозирование стоимости жизненного цикла технической системы, опытно-конструкторские работы по разработке, созданию и испытанию опытных образцов. Результатом работ на стадии разработки является опытный образец технической системы, утвержденная конструкторская (в том числе эксплуатационные документы) документация.

На стадии *«изготовление технической системы»* осуществляются подготовительные процессы по обеспечению готовности предприятия к производству и выпуску (поставке) в заданном объеме технических систем в соответствии с требованиями технического задания, конструкторской документации, технических условий, производственных процессов изготовления технических систем. Результатом выполнения работ на стадии производства является выпуск новой (модернизируемой) технической системы.

На стадии *«внедрение»* осуществляется ввод технической системы в эксплуатацию с проведением сопутствующих мероприятий по обучению персонала, дооснащению ремонтной базы, совершенствованию технологии ремонтов и т.п.

На стадии *«эксплуатация и техническое обслуживание»* осуществляются процессы принятия эксплуатирующей организацией (подразделением) заказчика технических систем, ввод их в эксплуатируемый парк для непосредственного использования в соответствии с назначением, поддержания в установленной степени готовности парка технических систем к использованию путем осуществления комплекса мероприятий (в том числе проведение технического обслуживания и ремонтов), направленных на обеспечение и (или) восстановление их работоспособности и исправности. Результатом выполнения работ на этой стадии является выполнение технической системой своих функций в соответствии с заданными к ней требованиями.

Стадия «изъятие из эксплуатации» предусматривает проведение комплекса документированных организационно-технологических мероприятий по списанию единицы технической системы, ликвидации и удалению отходов от составных ее частей. Результатом выполнения работ на стадии утилизации является демонтированный комплект деталей, соответствующий требованиям нормативной и технической документации, для повторного использования при ремонте, и уничтожение составных частей, выработавших свой ресурс и непригодных для дальнейшего восстановления.

Стоимость жизненного цикла (рис. 5.1) технической системы формируется из трех основных частей:

- затраты, связанные с приобретением (I–IV стадии);
- затраты, связанные с владением (V стадия);
- затраты, связанные с утилизацией (VI стадия).

Оценка стоимости жизненного цикла технических систем железнодорожного транспорта может производиться на любой стадии жизненного цикла. Однако потребность в такой оценке возникает, прежде всего, на этапе приобретения при сравнении с аналогами и на этапе эксплуатации при мониторинге экономических показателей в целях подтверждения первоначальных оценок стоимости жизненного цикла.

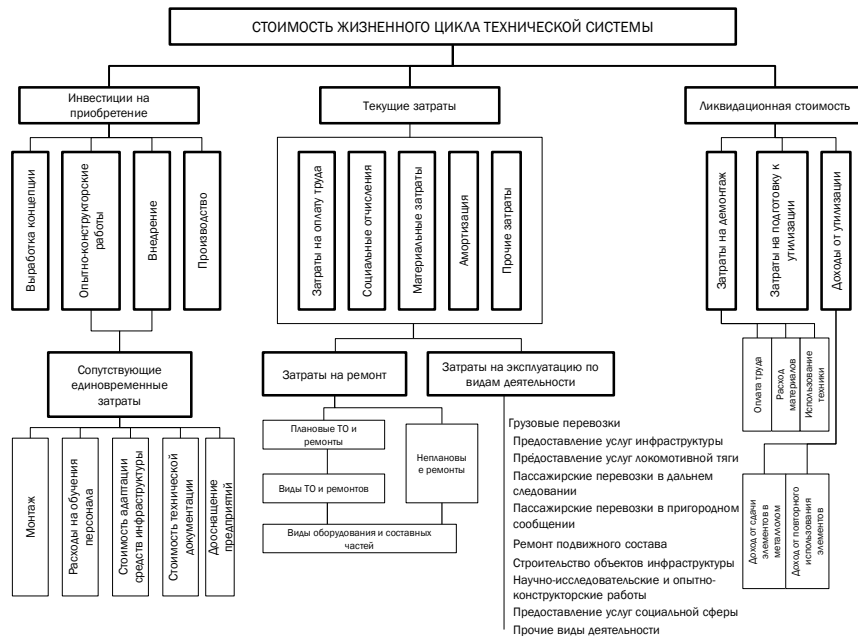


Рис. 5.1. Схема формирования стоимости жизненного цикла технической системы

Стоимость жизненного цикла (СЖЦ) технической системы железнодорожного транспорта при таком подходе определяется по формуле:

$$СЖЦ = C_{пр.} + \sum_{t=1}^T (I_t + \Delta K_t - L_t) \eta_t$$

где $C_{пр.}$ – цена приобретения технической системы (первоначальная стоимость), тыс. руб.;

I_t – годовые эксплуатационные расходы технической системы, тыс. руб.;

ΔK_t – сопутствующие единовременные затраты, связанные с внедрением технической системы в эксплуатацию, тыс. руб.;

L_t – ликвидационная стоимость технической системы, тыс. руб.;

η_t – коэффициент дисконтирования;

t – текущий год эксплуатации;

T – срок полезного использования, который устанавливается в соответствии с техническими требованиями или иной нормативной документацией, лет.

С позиции формирования денежных потоков стоимость жизненного цикла технических систем железнодорожного транспорта представляет собой сумму индивидуального оттока денежных средств на каждом временном этапе срока их использования. Следует отметить, что в случае необходимости адаптации инфраструктуры компании к параметрам новой технической системы удельные затраты на ее осуществление (т. е. в расчете на одну техническую систему) учитываются как составляющие стоимости жизненного цикла.

Рассмотрим подробнее основные составляющие стоимости жизненного цикла.

В состав **единовременных затрат** входят стоимость технической системы железнодорожного транспорта (цена приобретения) и сопутствующие капитальные вложения (инвестиции), которые необходимо осуществлять при внедрении ее в эксплуатацию.

К **сопутствующим** относятся затраты:

- на оборудование депо и заводской ремонтных баз, в том числе затраты на приобретение дополнительных испытательных и ремонтных комплексов, диагностической и поверочной аппаратуры, специального инструмента, расширение имеющихся площадей и т. п.;
- на увеличение протяженности станционных путей (при повышении весовых норм составов);
- на обучение ремонтного и обслуживающего персонала (в случае, если эти расходы не включены в контрактную стоимость объекта) и др.

Годовые эксплуатационные расходы определяются в соответствии с Номенклатурой доходов и расходов по видам деятельности ОАО «РЖД» и состоят из следующих элементов затрат: оплата труда; отчисления на социальные нужды; материальные затраты; амортизация и прочие затраты.

К *затратам на оплату труда* относятся:

- суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки в соответствии с принятыми в организации формами и системами оплаты труда;
- начисления стимулирующего характера, в том числе премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство, высокие достижения в труде и иные подобные показатели;
- начисления стимулирующего и (или) компенсирующего характера, связанные с режимом работы и условиями труда, в том числе надбавки к тарифным ставкам и окладам за работу в ночное время, работу в многосменном режиме, за совмещение профессий, расширение зон обслуживания, за работу в тяжелых, вредных, особо вредных условиях труда, за сверхурочную работу и работу в выходные и праздничные дни;
- стоимость бесплатно предоставляемых работникам коммунальных услуг, питания и продуктов, жилья (суммы денежной компенсации за непредоставление бесплатного жилья, коммунальных и иных подобных услуг);
- стоимость выдаваемой работникам форменной одежды, остающейся в личном постоянном пользовании;
- затраты на оплату труда, сохраняемую работникам на время отпуска;
- денежные компенсации за неиспользованный отпуск при увольнении работника;
- начисления работникам, высвобождаемым в связи с реорганизацией или ликвидацией организации, сокращением численности или штата работников организации;
- единовременные вознаграждения за выслугу лет (надбавки за стаж работы по специальности);
- надбавки, обусловленные районным регулированием оплаты труда;
- суммы, начисленные в размере тарифной ставки или оклада (при выполнении работ вахтовым методом), предусмотренные коллективными договорами, за дни нахождения в пути от места нахождения организации (пункта сбора) к месту работы и обратно, предусмотренные графиком работы на вахте, а также за дни задержки работников в пути по метеорологическим условиям;
- прочие суммы, начисленные физическим лицам, привлеченным для работы в компании.

По элементу «отчисления на социальные нужды» отражаются расходы по отчислениям страховых взносов в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования, установленных Федеральным законом от 24 июля 2009 г. № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» (34% от фонда оплаты труда), и страховых взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, установленных Федеральным законом от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (2% от фонда оплаты труда).

В элементе «материальные затраты» отражается стоимость приобретаемых различного рода материалов и топливно-энергетических ресурсов, а также расходы на приобретение работ и услуг производственного характера. Стоимость основных и вспомогательных материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий, топлива, тары, запасных частей, строительных и прочих материалов, включаемых в материальные затраты, определяется в соответствии с Положением по бухгалтерскому учету «Учет материально-производственных запасов» ПБУ 5/01, утвержденным приказом Минфина России от 9 июня 2001 г. № 44н, и Методическими указаниями по бухгалтерскому учету материально-производственных запасов, утвержденными приказом Минфина России от 28 декабря 2001 г. № 119н. Сумма материальных затрат уменьшается на стоимость возвратных отходов.

Элемент «материальные затраты» состоит из следующих групп: материалы; топливо; электроэнергия; прочие материальные затраты.

К затратам на материалы относятся:

- стоимость списываемых на затраты на производство продукции (работ, услуг) материалов, используемых в производстве товаров (выполнении работ, оказании услуг) и (или) образующих их основу либо являющихся необходимым компонентом при производстве товаров (выполнении работ, оказании услуг);
- стоимость списываемых на затраты на производство продукции (работ, услуг) материалов, используемых на другие производственные и хозяйственные нужды;

- стоимость списываемых на затраты на производство продукции (работ, услуг) комплектующих изделий, подвергающихся монтажу, и (или) полуфабрикатов, подвергающихся дополнительной обработке в организации;
- потери от недостачи и (или) порчи при хранении и транспортировке товарно-материальных ценностей в пределах норм естественной убыли;
- технологические потери при производстве и (или) транспортировке.

В составе затрат на топливо отражается стоимость приобретаемого топлива всех видов (дизельного топлива, мазута, нефти, бензина, угля, газа, сланцев, дров и т.д.), расходуемого на технологические цели (в том числе на тягу поездов), отопление зданий, выработку (в том числе самой организацией для производственных нужд) всех видов энергии (электрической, тепловой, сжатого воздуха, холода и т.д.), а также на трансформацию и передачу энергии. К расходам на топливо приравниваются потери от недостачи и (или) порчи при хранении и транспортировке топлива в пределах норм естественной убыли, а также технологические потери при производстве и (или) транспортировке.

В составе затрат на электроэнергию отражается стоимость покупной электроэнергии, расходуемой на продвижение поездов с электрической тягой и электросекций, на технологические, энергетические, осветительные и другие производственные и хозяйственные нужды организации, включая технологические потери.

В составе прочих материальных затрат отражаются расходы на приобретение работ и услуг производственного характера, выполняемых контрагентами, стоимость воды и покупных видов энергии, кроме электроэнергии и др.

По элементу «амортизация» отражается сумма амортизации основных средств и нематериальных активов, начисляемой в соответствии с Положением по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01, утвержденным приказом Минфина России от 30 марта 2001 г. № 26н, Положением по бухгалтерскому учету «Учет нематериальных активов» ПБУ 14/2000, утвержденным приказом Минфина России от 16 октября 2000 г. № 91н.

По элементу «прочие затраты» отражаются расходы, не включенные в другие элементы затрат. В составе прочих затрат отражаются:

- суммы налогов и сборов, начисленные в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о налогах и сборах, включаемые в расходы по обычным видам деятельности организации;
- расходы на сертификацию продукции и услуг;
- суммы комиссионных сборов и иных подобных расходов за выполненные сторонними организациями работы (предоставленные услуги);

- суммы выплаченных подъемных;
- расходы на обеспечение пожарной безопасности организации в соответствии с законодательством Российской Федерации, расходы на содержание службы газоспасателей, расходы на услуги по охране имущества, обслуживание охранно-пожарной сигнализации;
- расходы на обеспечение нормальных условий труда и мер по технике безопасности, предусмотренных законодательством Российской Федерации, расходы на гражданскую оборону в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также расходы на лечение профессиональных заболеваний работников, занятых на работах с вредными или тяжелыми условиями труда;
- арендные (лизинговые) платежи за арендуемое (принятое в лизинг) имущество;
- расходы на управление организацией или отдельными ее подразделениями, а также расходы на приобретение услуг по управлению организацией или ее отдельными подразделениями;
- расходы на подготовку и переподготовку кадров;
- расходы на текущее изучение (исследование) конъюнктуры рынка, сбор информации, непосредственно связанной с производством и продажей товаров (работ, услуг);
- другие расходы.

Ликвидационная стоимость технической системы определяется на конечном этапе ее использования. В ее состав входят затраты на вывод из эксплуатации и утилизацию: средства, получаемые от вторичного использования запасных частей и металлолома, затраты, связанные с демонтажом оборудования, не подлежащих ремонту сменных частей и деталей, затраты на транспортировку и прочие затраты. Ликвидационная стоимость, рассчитываемая на конечной стадии эксплуатации технических систем железнодорожного транспорта (по истечении 20 и более лет), с учетом дисконтирования, как правило, является величиной достаточно малой и при определении стоимости жизненного цикла ее можно не учитывать.

Таким образом, стоимость жизненного цикла технической системы включает все обоснованные затраты, которые определяются в каждом конкретном случае. На рис. 5.2 представлены основные этапы использования модели стоимости жизненного цикла технической системы при обосновании управленческих решений по ее приобретению.

Следует отметить, что наиболее очевидная часть расходов (приобретение технической системы) является меньшей частью стоимости жизненного цикла. Большая же часть совокупных затрат приходится на расходы по техническому обслуживанию и эксплуатации

технической системы и на момент покупки является неочевидной. Минимизация стоимости жизненного цикла технической системы ведет к повышению чистой дисконтированной стоимости проекта по ее приобретению и соответственно повышает капитализацию компании. Таким образом, определение стоимости жизненного цикла технической системы требует наличия подробной информации о затратах на приобретение и на эксплуатацию и техническое обслуживание технических систем. По оценкам экспертов стоимость эксплуатации оборудования и его поддержания в работоспособном состоянии оказывается выше стоимости приобретения в несколько раз.

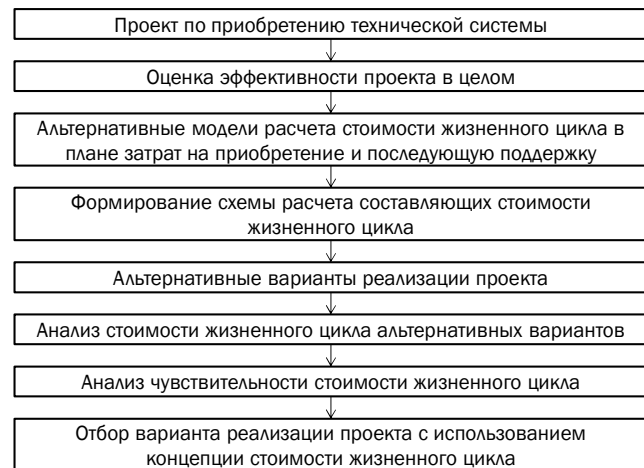


Рис. 5.2. Основные этапы использования стоимости жизненного цикла при обосновании управленческих решений

Другим вариантом представления классификации составляющих стоимости жизненного цикла технических систем является дифференциация затрат на затраты на приобретение (рис. 5.3) и эксплуатацию (рис. 5.4).

При проведении сравнительной оценки стоимости жизненного цикла альтернативного ряда технических систем железнодорожного транспорта в состав затрат могут быть включены только изменяющиеся по вариантам статьи расходов. При этом, как правило, проводится попарное сравнение стоимости жизненного цикла нового (модернизированного) объекта с существующим аналогом.

При сравнении вариантов осуществления перевозок на конкретном полигоне эксплуатации и выборе оптимального типа локомотива по минимуму стоимости жизненного цикла ограничиваются перечнем затрат, зависящих от конструктивного исполнения, надежности и других параметров локомотива.



Рис. 5.3. Затраты на приобретение технической системы



Рис. 5.4. Затраты на эксплуатацию и техобслуживание технической системы

В прил. 2 приведен расчет стоимости жизненного цикла нового (2ТЭ25) и существующего (2ТЭ116) локомотивов по «Методике определения жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта», разработанной ОАО «ВНИКТИ» – открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава», дочерним обществом ОАО «РЖД».

Концепция стоимости жизненного цикла технической системы при обосновании управленческих решений на основе рассмотренной параметрической модели позволяет объективно оценить условия эффективности ее внедрения, а также провести анализ чувствительности отдельных элементов при изменении конъюнктуры рынков потребляемых ресурсов, поставщиков, капитала и др.

Таким образом, обоснование решений по приобретению технических систем железнодорожного транспорта на основе анализа стоимости жизненного цикла требует создания системы стандартизации и отнесения затрат на себестоимость по видам деятельности, их мониторинга и контроллинга по отдельным этапам и стадиям. Анализ причин несоответствия фактических значений расчетным параметрам стоимости жизненного цикла позволит формировать технические требования на новые элементы технических систем железнодорожного транспорта, а также определять ответственность хозяйствующих субъектов на отдельных этапах и стадиях.

§ 5.3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ НА СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

При разработке технической системы заказчик требует от поставщиков (разработчиков, производителей) обеспечения высокого уровня надежности, который впоследствии поддерживается адекватным техническим обслуживанием при ее функционировании в процессе эксплуатации. Надежность технической системы может быть спрогнозирована на основе данных функционирования аналогичных или модернизируемых технических систем, результатов испытаний прототипов и верификации их ремонтпригодности.

Надежность обычно измеряют с помощью показателей готовности. Для этого показатели безотказности и ремонтпригодности и соответствующие параметры технического обслуживания должны быть оценены и продемонстрированы для подтверждения того, что эксплуатационные характеристики технической системы соответствуют установленным требованиям. Ключевым элементом измерения надежности является механизм мониторинга состояния технической системы, обеспечивающий регистрацию возникающих проблем, их идентификацию, выявление основных причин и разработку путей решения. Этот механизм позволяет постоянно улучшать характери-

стики технической системы, осуществлять ее своевременную модернизацию, что приносит выгоду как поставщику, так и заказчику.

Целью мониторинга уровня надежности является обеспечение соответствия технологического процесса установленным требованиям. Результатом управления уровнем надежности должно быть повышение качества технической системы, снижение стоимости ее жизненного цикла, а также рост доверия потребителя к продукции. Оценка уровня надежности в таком случае включает оценку структуры технической системы, ее качественных характеристик и соблюдение регламентов технического обслуживания и ремонта. Оценка может быть экспериментальной или аналитической, основанной на данных предыдущих моделей, отчетов об испытаниях или анализе информации об эксплуатации.

Для определения вероятности появления отказов технической системы или доверительных интервалов ее безотказной работы используются статистические методы. Моделирование показателей безотказности и ремонтпригодности является одним из способов оценки результатов при наличии взаимосвязанных характеристик. Оценка интенсивности отказов технических систем на основе функциональных характеристик и условий окружающей среды позволяет прогнозировать показатели безотказности и ремонтпригодности и затем использовать их для оценки надежности.

Анализ надежности сконцентрирован на определенной области задач, требующих применения определенных методов надежности. Проведение исследований по оценке надежности зависит от времени и установленных требований для соответствующих стадий жизненного цикла технической системы. Анализ надежности технической системы позволяет выявить проблемы на определенных стадиях жизненного цикла и определить пути их решения.

Информация о надежности может содержать важные данные, представляющие собой интеллектуальную собственность. В связи с этим для обмена информацией по вопросам развития бизнеса и по техническим вопросам внутри и вне компании информация о надежности должна быть соответствующим образом структурирована и обработана. Информация о надежности может быть отнесена к одному из двух типов: информация о бизнесе или техническая информация. Информация о бизнесе содержит данные, указываемые в договорных обязательствах сторон (например, гарантийные обязательства, срок службы технической системы, требования по ее использованию, требования безопасности и т.п.). Техническая информация включает технико-экономические параметры технической системы (например, интенсивность возврата технических систем, выходные показатели готовности, периодичность обновления запасных частей и т. п.).

Информация о надежности технической системы очень важна на стадии концепции и разработки технического задания. По оценкам специалистов, приблизительно 70% стоимости жизненного цикла технической системы определяют после завершения разработки

функциональных требований к ней. Критическая информация, используемая на стадии концепции и разработки технического задания, включает информацию об использовании технической системы, о конфигурации и сетевых интерфейсах системы, целях в сфере безотказности, о конкурентоспособности, а также хронологических данных об эффективности предыдущих моделей.

На стадии проектирования и разработки при завершении детализации требований проекта о том, как техническая система должна быть сконструирована, изготовлена и представлена на рынок для применения или использования, критической информацией, определяющей 95% стоимости жизненного цикла, является информация о правилах проектирования, рекомендации по применению частей, результаты анализа видов и последствий неисправностей и отказов для выделения функциональных частей, проектирования контролепригодности, прогнозирования безотказности и планирования действий по повышению надежности.

Критическая информация о надежности, используемая на стадии изготовления, включает результаты приемочных испытаний, позволяющие установить объемы выпуска и необходимость создания программного обеспечения. Данные эксплуатации должны быть собраны и использованы на стадии эксплуатации и технического обслуживания для определения показателей готовности технической системы, затрат на гарантийное обслуживание, ремонт и выполнение соответствующей программы материально-технического обеспечения.

Данные об изменениях конструкции и эксплуатационных модификациях технической системы должны быть рассмотрены и проанализированы для мониторинга эффективности изменений и определения тенденций изменения показателей ее надежности по стадиям жизненного цикла. Измерение показателей надежности – основа валидации хозяйственных связей заказчиков (транспортных компаний) с разработчиками и поставщиками.

Улучшение технической системы достигается путем системного управления, контроля проектирования, эффективного и своевременного инициирования предупреждающих и корректирующих действий.

Для оценки технических систем по показателям надежности важной задачей является выбор номенклатуры показателей надежности. При выборе показателей надежности необходимо учитывать назначение, условия и режим работы, а также ремонтпригодность технической системы.

Показатели надежности подразделяются на пять основных групп (рис. 5.5): показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости, а также комплексные показатели надежности технических систем.

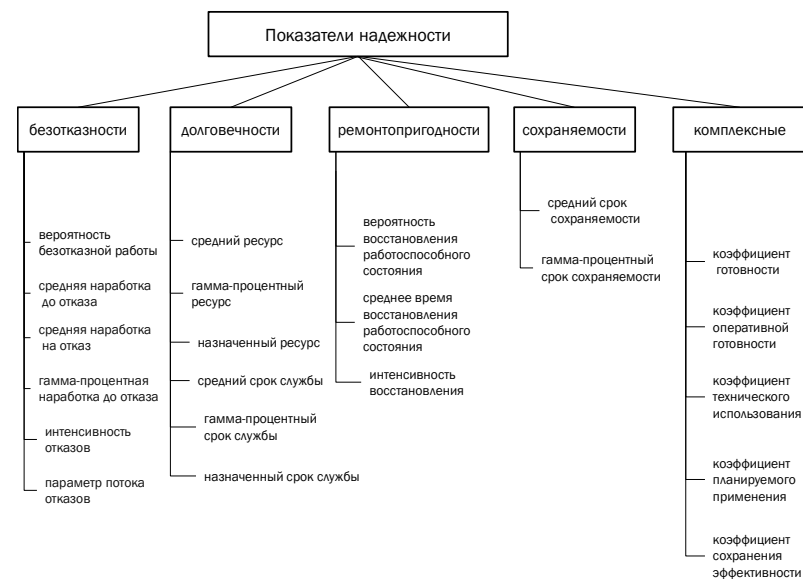


Рис. 5.5. Показатели надежности технических систем

К показателям **безотказности** относят вероятность безотказной работы; среднюю наработку до отказа; среднюю наработку на отказ; гамма-процентную наработку до отказа; интенсивность отказов; параметр потока отказов.

К показателям **долговечности** относят средний ресурс; гамма-процентный ресурс; назначенный ресурс; средний срок службы; гамма-процентный срок службы; назначенный срок службы.

К показателям **ремонтпригодности** относят вероятность восстановления работоспособного состояния; среднее время восстановления работоспособного состояния; интенсивность восстановления.

К показателям **сохраняемости** относят средний срок сохраняемости; гамма-процентный срок сохраняемости.

К **комплексным** показателям надежности относят коэффициент готовности; коэффициент оперативной готовности; коэффициент технического использования; коэффициент планируемого применения; коэффициент сохранения эффективности. Комплексный показатель надежности – показатель надежности, характеризующий несколько свойств, составляющих надежность объекта.

Выбор показателей надежности необходимо осуществлять с учетом условий применения технических систем на следующих принципах:

- если по условиям применения техническую систему предполагается ремонтировать в процессе эксплуатации, то в качестве показателя надежности следует выбирать

коэффициент готовности или коэффициент технического использования (комплексные показатели);

- если отказ технической системы или отдельных ее элементов приводит к невыполнению важных технологических задач, нарушает безопасность работы железнодорожного транспорта, вызывает угрозу здоровью и жизни людей, то для таких систем основными показателями надежности являются показатели безотказности;
- если в результате простоя технической системы вследствие отказа возникают большие материальные затраты, то она должна иметь хорошую ремонтпригодность и высокие показатели безотказности, минимальное среднее время восстановления после отказа.

Показатели надежности разделяются на две группы.

Для *невосстанавливаемых объектов* железнодорожного транспорта используются следующие показатели:

- вероятность отказа;
- частота отказов;
- вероятность безотказной работы;
- средняя наработка до отказа;
- интенсивность отказов.

Для *восстанавливаемых объектов* железнодорожного транспорта расчет производится по следующим показателям:

- средний срок службы;
- наработка на отказ;
- среднее время восстановления;
- параметр потока отказов;
- интенсивность потока отказов;
- комплексные показатели надежности: коэффициент готовности и коэффициент технического использования.

Понятие отказа технической системы установлено применительно к каждому отраслевому хозяйству железнодорожного транспорта (в настоящее время на базе отраслевых хозяйств формируются отдельные структурные подразделения ОАО «РЖД» – Дирекции, в отчетности которых используются нижеперечисленные показатели).

По **хозяйству перевозок** отказом является неправильное пользование работниками станции (на участках с диспетчерской централизацией поездным диспетчером) техническими средствами, в том числе устройствами ЖАТ, приведшее к сбою в поездной или маневровой работе, требующее привлечения работника (работников) смежного хозяйства для устранения неисправности технического средства.

По **хозяйству коммерческой работы в сфере грузовых перевозок** отказом является нарушение размещения и крепления груза из-за неисправности средств крепления груза в вагоне, находящегося в составе грузового поезда, и приведшее к невозможности его даль-

нейшего следования без устранения причины отказа, нарушение нормальной работы автоматизированной системы коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКО ПВ), вагонных весов. Устранение нарушения размещения и крепления груза из-за неисправности средств крепления груза в вагоне в составе грузового поезда или с отцепкой вагона от состава грузового поезда на пункте коммерческого осмотра или коммерческом посту безопасности, а также на станциях, где стоянка поезда предусмотрена графиком движения поездов, является отказом третьей категории.

По **локомотивному хозяйству** отказом является неисправность локомотива (его сборочных единиц и деталей), заключающаяся в нарушении его работоспособности, вследствие чего требуется восстановление или замена сборочных единиц и деталей или регулировка их характеристик в период между плановыми видами технического обслуживания и ремонта, если это восстановление (замена, регулировка) не входит в объем обязательных работ и если необходимое для их выполнения время превышает нормы, установленные для данного вида ремонта локомотивов. Отказом также является любое невыполнение графика движения поездов по техническому состоянию локомотивов, необходимость постановки локомотива на неплановый ремонт, превышение установленного объема работ (восстановление, замена, регулировка) любой сборочной единицы локомотива на плановом техническом обслуживании или ремонте, вызывающее превышение нормы простоя локомотивов, если это восстановление (замена, регулировка) не входит в объем обязательных работ.

По **хозяйству пригородных пассажирских перевозок** отказом является неисправность мотор вагонного подвижного состава (его сборочных единиц и деталей), заключающаяся в нарушении их работоспособности, вследствие чего требуется восстановление или замена сборочных единиц и деталей, или регулировка их характеристик в период между плановыми видами технического обслуживания и ремонта, если это восстановление (замена, регулировка) не входит в объем обязательных работ и если необходимое для их выполнения время превышает нормы, установленные для ремонта мотор вагонного подвижного состава, а также неправильное пользование техническими средствами работниками пригородного пассажирского хозяйства. Отказом также является любое невыполнение графика движения поездов по техническому состоянию мотор вагонного подвижного состава, необходимость выполнения непланового ремонта мотор вагонного подвижного состава, превышение установленного объема работ (восстановление, замена, регулировка) любой сборочной единицы мотор вагонного подвижного состава на плановом техническом обслуживании или ремонте, вызывающее превышение нормы простоя мотор вагонного подвижного состава, если это восстановление (замена, регулировка) не входит в объем обязательных работ.

По **хозяйству пути** отказом является неисправность железнодорожного пути и его устройств, специального самоходного подвиж-

ного состава (ССПС), путевых машин и механизмов, а также рельсовых цепей. Отказом также является любое закрытие или ограничение скорости движения поездов по состоянию пути, обусловленное необходимостью устранения неисправностей, угрожающих безопасности движения поездов (кроме ограничений скорости, выданных на производство путевых работ), наличие острodefектного или рамного рельса, остряка или крестовины на стрелочном переводе, нарушение работы рельсовых цепей на перегонах и железнодорожных станциях, допущенное по вине работников хозяйства пути, вынужденная остановка или несоблюдение времени хода в пути следования ССПС по причине его неисправности, повреждение пути и (или) оборудования и устройств смежных служб из-за неприведения рабочих органов путевых машин в транспортное положение.

По **вагонному хозяйству** отказом является возникновение неисправностей узлов и деталей вагона, находящегося в поезде и приводящего к невозможности дальнейшего его следования без устранения причины отказа. Отказами также являются любые отцепки вагона по технической неисправности, в том числе по течи в цистернах, либо остановка поезда на перегоне или задержка поезда на станции сверх установленного графика движения времени для определения и устранения неисправности вагона. Отказы, выявившие неисправность грузового вагона, произошедшие на станции, являющейся окончанием гарантийного участка, и приведшие к его отцепке от поезда, относятся к отказам третьей категории.

По **хозяйству автоматики и телемеханики** отказом является неисправность устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), ССПС, в том числе нарушения правил производства работ, приведшие к нарушению нормальной работы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Отказом также является любое нарушение нормальной работы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, нарушение работы рельсовых цепей на перегонах и железнодорожных станциях, допущенное по вине работников дистанции сигнализации, централизации и блокировки, задержка поезда по показаниям средств контроля вследствие неисправности аппаратуры, вынужденная остановка или несоблюдение времени хода в пути следования ССПС по причине его неисправности.

По **хозяйству электрификации и электроснабжения** отказом является нарушение нормальной работы устройств электроснабжения, ССПС. Отказом также является любое из следующих событий: отсутствие напряжения в контактной сети; порча, повреждение сооружений и устройств контактной сети; нарушение нормальной работы устройств ЖАТ из-за отсутствия или отклонения напряжения от номинального в электроснабжении устройств ЖАТ, а на участках, оборудованных аккумуляторным резервом, – через восемь часов после отключения основного электроснабжения при условии, что питание не отключалось в предыдущие 36 часов, нарушение работы рельсовых цепей на перегонах и железнодорожных станциях, допущенное по

вине работников дистанций электроснабжения; нарушение нормальной работы технологической связи и вычислительной техники из-за отсутствия или отклонения от номинального напряжения в электроснабжении устройств; вынужденная остановка или несоблюдение времени хода в пути следования ССПС по причине его неисправности.

По **хозяйству связи** отказом признаются неисправности устройств, средств, сооружений и систем железнодорожной технологической сети электросвязи, неправильное их функционирование или порча, приведшие к перерыву предоставления услуг технологической электросвязи.

По **хозяйству корпоративной информатизации** отказом является неисправность устройств сети передачи данных оперативно-технологического назначения и аппаратно-программных комплексов информационно-управляющих систем, приведшая к потере информации и (или) ее искажению и невозможности выполнения из-за этого технологических операций. Отказом по хозяйству информатизации является также задержка поезда из-за задержки поездной информации, поездной документации вычислительным центром вследствие неисправности сети передачи данных оперативно-технологического назначения и (или) аппаратно-программных комплексов информационно-управляющих систем.

По **пассажирскому хозяйству** отказом является возникновение неисправностей узлов и деталей вагона, находящегося в поезде и приводящего к невозможности дальнейшего его следования без устранения причины отказа. Отказом по пассажирскому хозяйству является также любое из следующих событий: остановка поезда на перегоне или задержка поезда на станции сверх времени, установленно графика движения поездов для определения и устранения неисправности вагона; проследование пассажирских поездов без электропневматического тормоза (ЭПТ) по причине неисправности пассажирского вагона; срабатывание систем сигнализатора контроля нагрева букс (СКНБ) и сигнализатора контроля нагрева редуктора (СКНР).

Показатели отказов характеризуют надежность технических систем железнодорожного транспорта. При этом надежность технических систем является обобщающим показателем, который используется для описания готовности и факторов, на нее влияющих (функциональность, ремонтпригодность, готовность к ремонту). Эти характеристики технических систем железнодорожного транспорта оказывают значительное влияние на стоимость жизненного цикла. Дополнительные вложения на начальных этапах жизненного цикла, как правило, приводят к улучшению функциональности, ремонтпригодности и готовности, что позволяет снизить затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание.

При разработке спецификаций технических систем железнодорожного транспорта их следует верифицировать на протяжении всех фаз жизненного цикла, чтобы окончательный вариант был оптимальным

с позиции эффективности в целом и стоимости жизненного цикла, в частности.

К затратам, связанным с показателями надежности технических систем, относят:

- затраты на восстановление системы, включая затраты на ремонт;
- затраты на техническое обслуживание;
- дополнительные вложения на начальном этапе.

На рис. 5.6 схематично показано влияние показателей надежности на затраты по эксплуатации и ремонту технических систем.

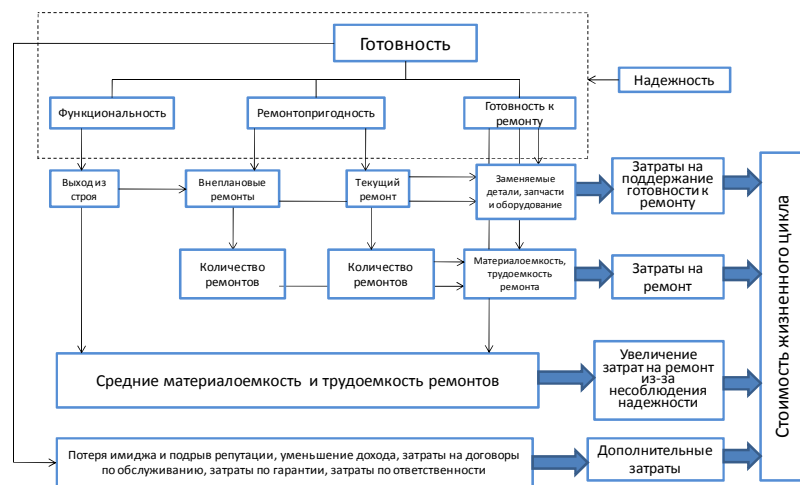


Рис. 5.6. Влияние показателей надежности на стоимость жизненного цикла на этапе эксплуатации

Как было указано, к основным составляющим стоимости жизненного цикла технических систем относятся цена приобретения объекта, сопутствующие единовременные затраты (связанные с подготовкой к началу эксплуатации объекта), эксплуатационные расходы и ликвидационная стоимость объекта. Влияние показателей надежности на стоимость жизненного цикла технических систем представляется значительным для учета при ее определении. Необходимый набор натуральных показателей определяется в зависимости от особенностей технической системы, ее назначения и целей. Дифференциация показателей надежности позволяет сформировать алгоритм верификации в наиболее значимой их части, что будет способствовать формированию объективного экономического механизма оценки ответственности поставщиков за несоблюдение их нормативного значения.

Подтверждение соответствия показателей надежности требованиям нормативно-технической документации представляет собой

экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик надежности технической системы на основе воздействия на нее при функционировании или в условиях смоделированных и приближенных к реальности. В нормативной литературе выделяют следующие *виды испытаний на надежность*:

- *определяющие*, т.е. испытания, проводимые для определения показателей надежности с заданными точностью и достоверностью;
- *контрольные*, т.е. испытания, проводимые для контроля показателей надежности;
- *лабораторные*, т.е. испытания, проводимые в лабораторных или заводских условиях;
- *эксплуатационные*, т.е. испытания, проводимые в условиях эксплуатации объекта;
- *нормальные*, т.е. лабораторные (стендовые) испытания, методы и условия проведения которых максимально приближены к эксплуатационным для объекта;
- *ускоренные*, т.е. лабораторные (стендовые) испытания, методы и условия проведения которых обеспечивают получение информации о надежности в более короткий срок, чем при нормальных испытаниях.

Требования к испытаниям определяются в виде допустимой постоянной интенсивности отказов или постоянного параметра отказов, т.е. допустимое среднее число учитываемых отказов в единицу времени, или как допустимая средняя наработка до отказа.

Методы последовательных испытаний и испытаний ограниченной продолжительности или с ограниченным количеством отказов применимы к техническим системам железнодорожного транспорта при выполнении следующих предположений:

- суммарная учитываемая продолжительность испытания вычисляется по завершившимся операциям технической системы;
- замененные технические системы принадлежат к той же самой совокупности, что и первоначальные;
- восстановленные технические системы после ремонта имеют тот же параметр потока отказов, который они имели до выхода из строя;
- планы испытаний с ограниченным календарным сроком или с ограниченным числом отказов применимы к невосстанавливаемым и незаменимым техническим системам, когда фиксированное число сложных технических систем берется на испытание в течение фиксированного календарного времени; при этом испытание продолжается, даже если число испытываемых объектов не остается постоянным.

Все методы верификации показателей надежности основаны на одном из следующих критериев:

- допустимое число учитываемых отказов при заданной учитываемой продолжительности испытания;
- допустимая продолжительность испытания при заданном числе учитываемых отказов.

Основываясь на изложенных принципах и критериях, формируют план испытаний на надежность технической системы, который представляет собой совокупность правил, устанавливающих объем выборки, порядок проведения испытаний, критерии их завершения и принятия решений по результатам испытаний.

Важнейшей характеристикой плана испытаний на надежность является объем испытаний на надежность, который определяет число испытываемых образцов, суммарную продолжительность испытаний в единицах наработки и число серий испытаний.

Для применения методов обработки результатов испытаний необходимо зарегистрировать следующие данные: наблюдаемое число учитываемых отказов, суммарную учитываемую продолжительность испытания, учитываемый календарный срок испытания, время возникновения каждого отказа.

Суммарная учитываемая продолжительность испытания для всех методов испытаний рассчитывается следующим образом:

- для одной восстанавливаемой технической системы, которая испытывается, учитываемой продолжительностью испытания является время выполнения операций (включая восстановление и другие периоды неработоспособности по внутренним причинам);
- при числе испытываемых технических систем больше одной учитываемой продолжительностью испытания является сумма длительностей всех операций (включая восстановление и другие периоды неработоспособности по внутренним причинам). При этом предполагается, что все технические системы можно условно рассматривать одинаковыми и действующими в одинаковых условиях;
- для невосстанавливаемых технических систем существует только одна продолжительность испытания для каждой системы (срок службы), т. е. время первого события (отказа). Суммарная продолжительность испытания в этом случае представляет собой сумму их сроков службы.

Учитываемая календарная продолжительность испытаний – это период времени, в течение которого проводится верификация показателей надежности. В общем виде алгоритм верификации показателей надежности приведен на рис. 5.7. Верификацию показателей надежности технических систем можно осуществлять по планам и

стандартам трех типов: последовательные испытания; испытания с ограниченной продолжительностью или с ограниченным числом отказов; испытания с ограниченной фиксированной календарной продолжительностью без ремонта или замены.



Рис. 5.7. Алгоритм верификации показателей надежности технических систем

Планы последовательных испытаний характеризуются правилами принятия решений по приемке или отбраковке, а также по продолжению испытаний при любой их продолжительности. Эти решения определяются при выборе величины риска и дискриминантного отношения. Дискриминантное отношение характеризует степень и точность соблюдения доверительного интервала показателей надежности.

План последовательных испытаний состоит из следующей последовательности процедур.

1. Определить допустимую среднюю продолжительность до или между событиями (отказами) в соответствии с требованием, соглашением или договором между потребителями и поставщиками технической системы.
2. Выбрать параметры риска поставщика и потребителя и дискриминантное отношение. Следует учитывать, что более низкие значения рисков и дискриминантного отношения делают испытание более эффективным, но требуют большей продолжительности или большего числа объектов.
3. Сформировать информационную базу испытаний, и, прежде всего, установить нормативные значения продолжительности испытания для приемки и продолжительность испытаний для отбраковки (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Ожидаемая продолжительность испытания для принятия решения

План испытаний	Характеристика плана			Ожидаемая продолжительность испытания для принятия решения (в единицах, кратных величине заданного допустимого времени до или между событиями)
	Номинальный риск		Дискриминантное отношение	
	поставщика	потребителя		
1	10	10	1,5	17,3
2	10	10	2	5,1
3	10	10	3	2,0
4	10	10	5	0,6
5	20	20	1,5	7,6
6	20	20	2	2,4
7	20	20	3	1,1
8	30	30	1,5	3,4
9	30	30	2	1,3

4. Провести испытание, осуществляя мониторинг параметров надежности. Суммарная учитываемая продолжительность испытания и учитываемые отказы должны сравниваться с критериями приемки и отбраковки (установленными в предыдущем пункте) непрерывно в течение испытания или на интервалах, не больше, чем длина цикла испытания и интервал текущего контроля, т. е. находились в гарантийный период.
5. Применить критерий принятия решений:
 - если прошедшее время испытания больше суммарной учитываемой продолжительности испытания, принятого в качестве критерия приемки для наблюдаемой величины отказов в течение испытания, то считается, что заданное требование выполнено, и испытание должно быть завершено с рекомендацией: *приемка*;
 - если прошедшее время испытания находится между суммарной учитываемой продолжительностью испытания, принятого в качестве критерия приемки и суммарной учитываемой продолжительностью испытания, принятого в качестве критерия отбраковки, то решение не может быть принято и следует *продолжить испытание*;
 - если прошедшее время испытаний меньше суммарной учитываемой продолжительности испытания, принятого в качестве критерия отбраковки для наблюдаемой величины отказов, то считается, что заданное требование не выполнено, и испытание должно быть завершено с рекомендацией: *отбраковка*.

План испытаний ограниченной фиксированной продолжительности или с ограниченным числом отказов характеризуется правилами принятия решений по соответствию требованиям приемки или

отбраковки, когда время испытания завершено или когда допустимое число учитываемых отказов превышено. Для выполнения плана испытания необходимо, чтобы параметр времени до или между событиями был задан или установлен.

План испытаний ограниченной продолжительности или с ограниченным числом отказов состоит из следующей последовательности процедур.

1. Определить допустимую среднюю продолжительность до или между событиями (отказами) в соответствии с требованием, соглашением или договором.
2. Выбрать параметры риска поставщика и потребителя и дискриминантное отношение. При этом так же, как и в предыдущем случае, следует учитывать, что более низкие значения рисков и дискриминантного отношения делают испытания более эффективными, но требуют большей продолжительности или большего числа объектов.
3. Сформировать информационную базу испытаний, и, прежде всего, установить продолжительность испытания, необходимую для его окончания, допустимое число отказов (табл. 5.2).
4. Провести испытание, осуществляя мониторинг параметров надежности.
5. Применить критерий принятия решений:
 - если наблюдаемое число учитываемых отказов в течение испытания меньше (или равно) допустимого числа отказов в течение испытания за период времени, равный суммарной учитываемой продолжительности испытания, принятый в качестве критерия завершения, то считается, что заданное требование выполнено с рекомендацией: *приемка*;
 - если наблюдаемое число учитываемых отказов в течение испытания больше допустимого числа отказов в течение испытания за период времени, равный суммарной учитываемой продолжительности испытания, принятый в качестве критерия завершения, то считается, что заданное требование не выполнено и испытание завершено с требованием: *отбраковка*.

Планы испытаний ограниченной переменной продолжительности или с ограниченным числом отказов характеризуются правилами принятия решений по соответствию требованиям приемки или отбраковки, когда время испытания завершено или когда допустимое число учитываемых отказов превышено. Планы испытаний определяются при выборе значений риска и продолжительности испытания. Продолжительность испытания выбирается независимо от значения допустимой интенсивности отказов, которое дает возможность конструировать планы испытаний с учетом специфических потребностей. Для того чтобы осуществить план испытания, необходимо определить (или установить) значение параметра интенсивности отказов или параметра потока отказов.

Таблица 5.2

Продолжительность испытаний ограниченной фиксированной продолжительности или с ограниченным числом отказов

План испытаний	Характеристика плана			Продолжительность испытания, необходимая для их окончания (в единицах, кратных величине заданного допустимого времени до или между событиями)	Допустимое число отказов
	Номинальный риск		Дискриминантное отношение		
	поставщика	потребителя			
1	5	5	1,5	54,1	66
2	5	5	2	15,7	22
3	5	5	3	4,8	8
4	5	5	5	1,8	4
5	10	10	1,5	30,0	36
6	10	10	2	9,4	13
7	10	10	3	3,1	5
8	10	10	5	1,1	2
9	20	20	1,5	14,1	17
10	20	20	2	3,9	5
11	20	20	3	1,46	2
12	30	30	1,5	5,3	6
13	30	30	2	1,84	2

План испытаний ограниченной переменной продолжительности или с ограниченным числом отказов включает следующую последовательность процедур.

1. Определить допустимую интенсивность отказов или параметр потока отказов на объект в соответствии с требованием, соглашением или договором.
2. Выбрать параметры риска поставщика и потребителя, продолжительность испытания для каждого объекта и число испытываемых объектов в соответствии с ресурсами (см. табл. 5.2).
3. Оценить план испытания, обращая особое внимание на дискриминантное отношение. При необходимости заново составить план с модифицированными параметрами, чтобы удовлетворить требованиям договора.
4. Выполнить план испытания с заданной продолжительностью испытания и с установленным допустимым числом отказов.
5. Применить критерий принятия решений:
 - если наблюдаемое число учитываемых отказов в течение испытания меньше (или равно) допустимого числа отказов в течение испытания за период времени, равный суммарной учитываемой продолжительности испытания, принятый в

качестве критерия завершения, то считается, что заданное требование выполнено с рекомендацией: *приемка*;

- если наблюдаемое число учитываемых отказов в течение испытания больше допустимого числа отказов в течение испытания за период времени, равный суммарной учитываемой продолжительности испытания, принятый в качестве критерия завершения, то считается, что заданное требование не выполнено и испытание завершено с требованием: *отбраковка*.

Планы испытаний ограниченной фиксированной календарной продолжительности или с ограниченным числом отказов для невозстанавливаемых или незаменимых технических систем характеризуются правилами принятия решений по соответствию требованиям приемки или отбраковки, когда время испытания завершено или когда допустимое число учитываемых отказов превышено. Для того чтобы осуществить план испытания, необходимо определить (или установить) значения допустимой интенсивности отказов средней наработки до отказа к значению величины интенсивности отказов. Поскольку замена или восстановление технической системы не имеют места, их число, находящееся на испытании, в общем случае не остается постоянным, и суммарная продолжительность операций не учитывается. Если число технических систем велико по сравнению с числом отказов, то необходимо применять планы испытаний ограниченной продолжительности или с ограниченным числом отказов (см. предыдущий план испытаний).

План испытаний ограниченной календарной продолжительности или с ограниченным числом отказов для восстанавливаемых объектов включает следующую последовательность процедур.

1. Определить допустимую среднюю наработку до или между отказами в соответствии с требованием, соглашением или договором.
2. Выбрать параметры риска поставщика и потребителя и дискриминантное отношение. Следует учитывать, что более низкие значения рисков и дискриминантного отношения делают испытания более эффективными, но требуют большей продолжительности или большего числа объектов.
3. Сформировать информационную базу испытаний, и, прежде всего, установить продолжительность испытания или число объектов, при этом определить допустимое число отказов.
4. Провести испытания, осуществляя мониторинг параметров надежности.
5. Применить критерии принятия решений:
 - если наблюдаемое число учитываемых отказов в течение испытаний меньше (либо равно) учитываемой календарной

продолжительности испытания, принятого в качестве критерия завершения, то считается, что заданное требование выполнено с рекомендацией: *приемка*;

- если наблюдаемое число учитываемых отказов в течение испытаний больше учитываемой календарной продолжительности испытания, принятого в качестве критерия завершения, что заданное требование не выполнено с рекомендацией: *отбраковка*.

Помимо учета отказов в результате эксплуатации технической системы проводится процедура верификации готовности к эксплуатации в целом. Верификация готовности начинается через определенный период, согласованный между заказчиком и поставщиком, после контрактной приемки первой технической системы. При этом верификация происходит по всем поставленным техническим системам на этот период времени в соответствии с согласованным планом испытаний.

Процедура верификации готовности заканчивается по прошествии периода, оговоренного между заказчиком и поставщиком с начала процедуры верификации или в соответствии с действующими национальными и международными стандартами.

Количественно показатель готовности определяется как вероятность нахождения технической системы в рабочем состоянии для выполнения необходимых функций с учетом требований, указанных в техническом задании на разработку технических систем. Таким образом, этот подход фиксирует бинарное состояние «готовность к эксплуатации» и «неработоспособность». Для оценки готовности дается количественная оценка состояния готовности посредством средней продолжительности рабочего состояния ($T_{\text{раб}}$) за рассматриваемый период времени и оценка неработоспособного состояния при помощи средней продолжительности нерабочего состояния ($T_{\text{нераб}}$). Рабочее и нерабочее состояния представляют собой сумму продолжительность периода верификации:

$$K_r = \frac{T_{\text{раб.}}}{T_{\text{общ.}}} = \frac{T_{\text{раб.}}}{T_{\text{раб.}} + T_{\text{нераб.}}},$$

где $T_{\text{общ.}}$ – общая продолжительность рабочего и нерабочего состояний технической системы за год.

Время простоя на неплановом техническом обслуживании должно быть рассчитано с момента начала выполнения работ по техническому обслуживанию отставленного в ремонт подвижного состава по причине отказов. Для оценки соблюдения параметров жизненного цикла поставщиками учитываются только те внеплановые работы, которые нельзя проводить во время плановых видов технического обслуживания. Если в случае устранения отказа одновременно с вы-

полнением планового обслуживания простой технической системы превысит нормативное значение для этого планового обслуживания, то величина времени такого превышения учитывается как нерабочее состояние и включается в расчет показателя готовности. При этом отказы по причинам, не зависящим от поставщика, не учитываются.

Готовность считается подтвержденной, если значение готовности, полученное на момент окончания процедуры верификации времени больше или равно оговоренному в контракте значению показателя готовности. В случае если необходимый уровень готовности, указанный в контракте, не будет достигнут в течение оговоренного контрактом периода в момент проведения верификации, то период верификации может быть продлен. Если необходимый уровень готовности, предусмотренный в контракте, не будет достигнут в течение продленного периода верификации готовности, то поставщик должен выплатить потребителю компенсацию.

Таким образом, использование вышеперечисленных планов проведения испытания технических систем для верификации показателей их надежности позволяет по результатам мониторинга оценить соблюдение поставщиками параметров жизненного цикла и в случае необходимости обосновано использовать методы экономической ответственности за несоблюдение параметров стоимости жизненного цикла.

§ 5.4. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ РАЗРАБОТЧИКОВ, ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОСТАВЩИКОВ ЗА НЕСОБЛЮДЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Реализация Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. требует активного внедрения новых принципов взаимоотношений транспортных компаний с поставщиками технических систем. Эти взаимоотношения должны быть основаны на соблюдении требований по повышению эффективности продукции, прежде всего, за счет применения технологических новшеств и обеспечения инновационного подхода в создании современных технических систем.

Основой взаимодействия потребителей с поставщиками продукции должно стать построение долгосрочных отношений, нацеленных на надежную и эффективную эксплуатацию технических средств, обеспечивающую соблюдение первоначальных показателей эффективности, заложенных в основу контракта.

Процессы повышения степени соответствия продукции современным техническим требованиям, постоянного улучшения качества продукции, накопления производственного потенциала для реализации прорывных технических решений, оптимизации производства

для создания инновационной продукции, снижения стоимости жизненного цикла продукции на этапах разработки, проектирования, изготовления и эксплуатации образуют комплексную систему улучшений, которая обеспечивает достижение следующих главных целей:

- ускорение технического прогресса и обеспечение технологического подъема железнодорожного транспорта;
- удовлетворение потребности транспортных компаний в инновационной и качественной продукции, соответствующей требованиям международных, национальных и корпоративных стандартов;
- повышение эксплуатационной надежности продукции;
- снижение технических и экономических рисков эксплуатации новых технических систем.

Достижение поставленных целей позволит улучшить качество транспортного обслуживания за счет внедрения новых видов подвижного состава и сложных технических систем, соответствующих лучшим мировым аналогам, а также повысить эффективность функционирования железнодорожного транспорта на основе ускорения его инновационного развития и реализации задач технологической модернизации и технического перевооружения.

Использование методического подхода на основе анализа стоимости жизненного цикла при обосновании решений о внедрении новой технической системы дает теоретическое представление о характере затрат при ее эксплуатации. В связи с этим отсутствие предусмотренной договором системы валидации теоретических предположений, для формирования механизма экономической ответственности поставщиков при их не подтверждении может снизить эффективность реализуемых проектов.

В контракте на разработку и приобретение технической системы железнодорожного транспорта должны быть предусмотрены эффективная система верификации ключевых параметров надежности, заложенных в расчет стоимости жизненного цикла, и адекватная система экономической ответственности. Изучение проблемы формирования механизма экономической ответственности поставщиков на основе жизненного цикла в настоящее время актуально для ОАО «РЖД», поскольку оно реализует и планирует к реализации крупные международные контракты по обновлению подвижного состава, в том числе с привлечением иностранных поставщиков. Применение многоэтапной системы верификации показателей надежности на основе эффективной системы экономической ответственности сторон за несоблюдение параметров стоимости жизненного цикла позволит минимизировать затраты компании и снизить риски неудовлетворения потребностей экономики в перевозках.

Анализ стоимости жизненного цикла является не просто методом обоснования решений по внедрению новых технических систем, а инструментом мониторинга соблюдения расчетных параметров стоимости жизненного цикла технических систем и предупреждения о критических отклонениях, то создание сервисных центров позволит решить вопросы организации мониторинга показателей надежности. В задачу этих подразделений входят:

- регулярный мониторинг соответствия фактических параметров стоимости жизненного цикла технической системы;
- своевременное предупреждение при достижении элементом технической системы критического потока отказов;
- информационное обеспечение управленческих решений, в том числе формирование технических требований на узлы и детали, критичные по количеству возникающих отказов.

Следует отметить, что снижение эффективности эксплуатации технической системы относительно расчетного уровня стоимости жизненного цикла требует своевременных решений для возврата ее к прежним параметрам надежности. Для этого необходимо осуществлять внедрение технических и технологических новшеств, так как заменить элемент сложной технической системы, который стал отказывать существенно чаще, новым аналогичным будет недостаточно для компенсации снижения эффективности ее функционирования.

Таким образом, реализация проектов по разработке и приобретению технических систем железнодорожного транспорта, в основу которых заложены предположения об их эффективности, основанные на анализе стоимости жизненного цикла, требует создания системы отнесения затрат, их регулярного мониторинга, а также действенных механизмов приведения к расчетным значениям эффективности. В связи с этим формирование механизма экономической ответственности поставщиков позволит повысить эффективность взаимодействия с ними посредством верификации показателей надежности.

Процедура верификации показателя надежности технических систем и определение экономической ответственности поставщика за отказы в гарантийный период состоит из следующих этапов.

1. Верификация начинается через определенный период времени, оговоренный контрактом, после контрактной приемки первой технической системы и происходит по всем поставленным ранее техническим системам, с момента контрактной приемки которых прошло не менее трех месяцев. **Отказы технических систем** дифференцируются следующим образом.
 - отказ категории А – готовность технической системы не обеспечивается, нарушается эксплуатационная безопасность (например: для тягового подвижного состава необходима буксировка, в связи с невозможностью совершать движение самостоятельно);

- отказ категории B – готовность технической системы к эксплуатации ограничена в такой степени, что необходимо прекратить ее эксплуатацию;
 - отказ категории C – готовность к эксплуатации технической системы ограничена несущественно (например, необходимость проведения непланового технического обслуживания по завершении планового периода эксплуатации).
2. Для оценки выполнения требований показателей надежности, указанных в контракте, должно использоваться приемлемое количество отказов в соответствии с принятым планом во время испытаний (см. раздел 5.3). При этом риски поставщика и транспортной компании, необходимое время испытания и допустимое количество отказов определяются по согласованию сторон.
 3. Процедура верификации заканчивается, если выполнен объем работ, необходимый для подтверждения надежности по какой-либо категории отказов либо по истечении оговоренного контрактом периода времени с момента начала процедуры верификации.
 4. Надежность считается подтвержденной, если на момент окончания процедуры верификации количество отказов по каждой категории не превышает приемлемого количества отказов для соответствующего значения рисков и коэффициента дискриминации. В противном случае надежность считается неподтвержденной.

По согласованию сторон может быть определен период повторной верификации надежности.

Производитель обязан следовать указаниям технического задания и разрабатывать техническую систему в соответствии с его требованиями, в том числе и по надежности отдельных узлов и деталей, а также по надежности технической системы в целом. Однако может сложиться такая ситуация, при которой надежность по той или иной категории будет ухудшена или, возможно, окажется выше заложенных требований.

Компенсация потребителю технической системы за несоблюдение параметров надежности является платой за его дополнительные расходы в связи с ненадлежащим уровнем показателей надежности, которые возникнут в будущем.

Если необходимый уровень показателей надежности, предусмотренный в контракте, не будет достигнут в течение основного и продленного периода их верификации, то поставщик обязан выплатить компенсацию, рассчитанную по следующей формуле:

$$\Pi_{\text{к}} = r_{\text{к}} \Pi \frac{(F - F_{\text{min}})}{(F_{\text{max}} - F_{\text{min}})},$$

где $r_{\text{к}}$ – процент компенсации за несоблюдение показателей надежности от общей цены контракта, %;

Π – цена верифицированной партии технических систем, руб.;

F – фактический уровень показателя надежности, ед.;

F_{max} – скорректированный уровень показателя надежности на коэффициент превышения, оговоренный договором, ед.;

F_{min} – допустимый уровень показателя надежности на коэффициент, оговоренный договором, ед.

При наличии недостатка в период общего гарантийного срока транспортная компания вправе наряду с его устранением требовать от поставщика возмещения убытков. Например: удовлетворение требований пассажиров или грузоотправителей в случае несоблюдения сроков доставки по причине недостатков поставляемых технических систем; расходы транспортной компании на доставку технических систем до пункта назначения; расходы транспортной компании на перемещение электропоезда в депо для устранения поломок и т. п.

Однако улучшение надежности всегда ведет к сокращению затрат на внеплановые ремонты на протяжении жизненного цикла. Улучшение показателей надежности по одной категории не всегда компенсирует ухудшение надежности по другой, более значимой.

Компенсационные выплаты при условии недопущения компенсации ухудшения отказов одной категории улучшением показателей по другой категории определяются следующим образом:

$$\Pi_{\text{к}} = \Pi \left(r_{\text{кA}} \gamma_A \frac{(F^A - F_{\text{min}}^A)}{(F_{\text{max}}^A - F_{\text{min}}^A)} + r_{\text{кB}} \gamma_B \frac{(F^B - F_{\text{min}}^B)}{(F_{\text{max}}^B - F_{\text{min}}^B)} + r_{\text{кC}} \gamma_C \frac{(F^C - F_{\text{min}}^C)}{(F_{\text{max}}^C - F_{\text{min}}^C)} \right),$$

где A, B, C – соответственно категория показателя надежности на момент окончания верификации для соответствующего значения рисков и коэффициента дискриминации; устанавливается техническим заданием в части требований к надежности;

$\gamma_A, \gamma_B, \gamma_C$ – значимость показателей надежности соответственно для категории A, B, C ;

F^A, F^B, F^C – уровень показателя надежности за период верификации соответственно для категории A, B, C .

Если хотя бы один показатель надежности будет хуже соответствующего нормативного значения, то поставщик должен выплатить компенсацию заказчику за несоблюдение параметров жизненного цикла.

Показатель надежности с учетом компенсации ухудшения отказов одной категории улучшением показателей по другой категории рассчитывается по формуле

$$F = (F^A \gamma_A) + (F^B \gamma_B) + (F^C \gamma_C);$$

$$F_{\min} = k_{\min} [(A_0 \gamma_A) + (B_0 \gamma_B) + (C_0 \gamma_C)];$$

$$F_{\max} = k_{\max} [(A_0 \gamma_A) + (B_0 \gamma_B) + (C_0 \gamma_C)],$$

где k_{\min} и k_{\max} – соответствующие корректирующие коэффициенты, оговоренные договором с поставщиком технической системы.

Количество допустимых отказов (A_0, B_0, C_0) за период верификации определяется в соответствии с процедурой верификации надежности.

Результаты использования приведенного методического подхода для оценки размера компенсационных выплат за несоблюдение параметров жизненного цикла исходя из пятипроцентной величины компенсации (r_k) приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Оценка размера компенсационных выплат за несоблюдение параметров жизненного цикла

Показатель	Категория отказов			Интегральная оценка
	A	B	C	
Значимость категории отказов при оценке экономической ответственности, доли ед.	0,5	0,3	0,2	1,0
Нормативная величина отказов, ед.	4	22	66	21,8
Фактическая величина отказов, ед.	3	26	70	23,3
Минимальная величина отказов*, ед.	3	21	64	20,6
Максимальная величина отказов*, ед.	5	23	68	23,0
Оценка отклонения отказов для оценки экономической ответственности, ед.	0,0	2,5	1,5	1,13
Размер компенсационных выплат за несоблюдение параметров жизненного цикла, млн руб.	0,0	6,1	2,5	9,2

* Минимальная и максимальная величины отказов по категориям фиксируются в договоре на поставку технических средств.

Данные табл. 5.3 свидетельствуют том, что при условии недопущения компенсации ухудшения отказов одной категории, улучшением показателей по другой категории размер экономической ответственности поставщика составляет 8,6 млн руб., а при условии компенсации ухудшения отказов одной категории улучшением такого рода показателей по другой категории – 9,2 млн руб. Результаты расчетов необходимо учитывать при оценке стоимости жизненного цикла технических систем, что позволит повысить ответственность поставщиков за параметры надежности.

Помимо показателей надежности технических систем для формирования механизма экономической ответственности за несоблю-

дение параметров жизненного цикла технических систем следует верифицировать показатели материалоемкости и трудоемкости по плановым и внеплановым ремонтам.

Проверка материалоемкости осуществляется по следующим этапам.

1. Планируется показатель годовой материалоемкости для плановых и внеплановых ремонтов одной технической системы, используемый в расчете стоимости жизненного цикла.
2. Рассчитывается фактическое значение годовой материалоемкости плановых и внеплановых ремонтов как сумма затрат на все материалы и комплектующие, предназначенные для устранения отказов, за которые несет ответственность поставщик по плановым и внеплановым ремонтам соответственно.
3. Определяется норматив выполненного объема работ для первой проверки материалоемкости. В этот период, за который несет ответственность поставщик, материалоемкость определяется как сумма затрат на материалы и комплектующие, предназначенные для устранения отказов технической системы. При расчете фактического значения материалоемкости учитываются цены на комплектующие, по которым поставщик продает их транспортной компании.
4. Если по завершении первой проверки материалоемкости показатель фактической материалоемкости больше материалоемкости для планового ремонта, то поставщик должен предоставить транспортной компании анализ причин такого превышения по расходам и в течение оговоренного контрактом срока предложить план мероприятий по уменьшению показателя материалоемкости до нормативного уровня. Вторая проверка материалоемкости начинается немедленно после того, как транспортная компания утвердит план мероприятий по улучшению материалоемкости. Реализация плана мероприятий должна завершиться до окончания общего гарантийного срока на последнюю техническую систему, переданную транспортной компании.
5. Реализация плана мероприятий по уменьшению материалоемкости не должна вызывать дополнительных расходов транспортной компании. По завершении второго периода проверки рассчитывается показатель материалоемкости, который является суммой результата первой оценки в отношении комплектующих, не указанных в плане мероприятий, и затрат по комплектующим, включенным в такой план.
6. Если по окончании второй проверки материалоемкость будет больше, чем ее нормативное значение, то поставщик уплатит неустойку, рассчитанную по следующей формуле:

$$П_n = (M_{\phi} - M_0 k_n) r_m ЦN,$$

где r_m – величина неустойки за несоблюдение параметра стоимости жизненного цикла – невыполнение требований по материалоемкости по внеплановым видам ремонта, %;

N – число поставляемых технических систем подразделениям транспортной компании;

M_{ϕ} – достигнутый уровень материалоемкости во втором периоде проверки;

M_0 – плановый норматив материалоемкости ремонта;

k_n – корректирующий множитель, оговоренный в контракте.

В результате проверки материалоемкости необходимость уплаты неустойки может возникнуть после истечения гарантийного срока эксплуатации на отдельные технические системы. При отрицательных значениях величины неустойки она не уплачивается.

Верификация показателей трудоемкости осуществляется по следующим этапам.

1. На основании операций для отдельного вида технического обслуживания технических систем, указанных в ремонтной документации, рассчитывается их трудоемкость на протяжении всего срока полезного использования технических систем путем суммирования максимального времени на последовательные операции либо время, необходимое для проведения максимально долгой по времени конечной операции.
2. Полученная трудоемкость технического обслуживания на протяжении срока полезного использования технических систем умножается на количество соответствующих операций за жизненный цикл и суммируется.
3. Поставщик выплачивает компенсацию транспортной компании в том случае, если фактическая трудоемкость будет больше плановой на оговоренную контрактом величину. При этом компенсация (C) определяется по формуле

$$C = \sum (T_e - T_{e_0}) n_j N r_{TC},$$

где T_e – фактическая трудоемкость программы технического обслуживания;

T_{e_0} – плановая трудоемкость программы технического обслуживания, указанная в расчете параметров стоимости жизненного цикла технических систем;

n_j – количество операций по видам технического обслуживания технических систем за жизненный цикл;

N – количество технических систем по договору;

r_T – процент неустойки, исчисленный для расчета компенсаций за невыполнение требований при повышении трудоемкости нормативного значения.

Таким образом, в контрактах на разработку и приобретение технических систем железнодорожного транспорта необходимо предусматривать способы проверки ключевых параметров, заложенных в расчет стоимости жизненного цикла, и адекватную шкалу экономической ответственности.

§ 5.5. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В России ОАО «РЖД» одно из первых стало использовать анализ стоимости жизненного цикла при обосновании решений по приобретению технических систем железнодорожного транспорта.

Анализ стоимости жизненного цикла технической системы представляет собой анализ затрат с начала ее проектирования вплоть до момента списания, определенных путем аналитического исследования.

Следует подчеркнуть, что стоимость жизненного цикла технической системы для коммерческих компаний является дополнительным показателем обоснования инвестиций, так как характеризует только затраты компании на ее приобретение и эксплуатацию и не учитывает финансовые результаты от ее использования. В связи с этим при использовании стоимости жизненного цикла как критерия принятия решений предполагается, что внедряемая техническая система отвечает требованиям к эффективности использования активов компании, а показатель стоимости жизненного цикла позволяет выявить экономические преимущества одной технической системы перед другой.

Одной из методических проблем использования анализа стоимости жизненного цикла при обосновании инвестиционных решений является то, что он дает теоретическую модель изменения затрат будущего изделия. В связи с этим отсутствие механизма экономической ответственности поставщиков за несоблюдение параметров жизненного цикла технических систем при валидации теоретических предположений, заложенных в основу анализа, может снизить расчетный эффект от их приобретения или принести убытки. В связи с этим в контракте на разработку и приобретение технических систем железнодорожного транспорта должны быть предусмотрены эффективная система верификации ключевых показателей их надежности и адекватная система компенсации при несоблюдении параметров их жизненного цикла.

Для применения многоэтапного механизма верификации показателей качества закупаемых технических систем и эффективной системы экономической ответственности сторон следует:

- разработать и внедрить новые стандарты в области верификации показателей надежности, соответствующие международным нормам;
- повышать качество подготовки договоров и проектной документации;
- формировать информационное обеспечение для повышения эффективности процедуры верификации данных и соблюдения заданного уровня достоверности.

Проблемой использования анализа стоимости жизненного цикла технической системы является низкий уровень мониторинга и контроля на протяжении всего периода ее эксплуатации заявленной эффективности. По экономической сущности анализ стоимости жизненного цикла является инструментом, позволяющим обосновать первоначальные управленческие решения, а затем на основе постоянного мониторинга и контроллинга получаемого эффекта использовать их для подтверждения заложенных теоретических предположений об эффективности новых технических систем.

Для решения этих проблем следует сформировать систему информационного обеспечения использования технических систем, которая позволит с требуемой периодичностью проводить сравнительный анализ динамики затрат, заложенных в расчете стоимости жизненного цикла, и фактических затрат на протяжении срока эксплуатации.

Внедрение системы мониторинга и контроллинга позволит отслеживать изменения стоимости жизненного цикла и своевременно выявлять тенденции их динамики. Основными элементами механизма мониторинга и контроллинга являются сервисные центры, функции которых заключаются в следующем:

- перманентный мониторинг соответствия параметров стоимости жизненного цикла технической системы расчетным значениям;
- оповещение и сигнализация при достижении технической системы критического потока отказов;
- информационное обеспечение управленческих решений.

Следует отметить, что снижение эффективности технической системы относительно уровня, определенного расчетом стоимости жизненного цикла, требует для достижения запланированного результата существенных технических и технологических новшеств.

Таким образом, обоснование внедрения технических систем на основе анализа стоимости жизненного цикла требует создания системы объективного отнесения затрат, их регулярного мониторинга, а также действенных механизмов приведения к прежним значениям эффективности при отклонении от заданного уровня.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Цели и задачи оценки стоимости жизненного цикла технических систем.
2. Основные подходы к оценке стоимости жизненного цикла технических систем.
3. Виды технических систем на железнодорожном транспорте.
4. Основные этапы жизненного цикла технических систем.
5. Сферы использования показателя «стоимость жизненного цикла технической системы».
6. Параметры формирования модели стоимости жизненного цикла технической системы.
7. Классификация затрат при моделировании денежных потоков по этапам жизненного цикла технических систем.
8. Методы оценки параметров стоимости жизненного цикла технических систем.
9. Особенности расчета элементов стоимости жизненного цикла технических систем на отдельных стадиях.
10. Детализация затрат по элементам при оценке стоимости жизненного цикла технических систем.
11. Основные этапы использования стоимости жизненного цикла технических систем при обосновании управленческих решений.
12. Структура затрат на приобретение технической системы.
13. Структура затрат на эксплуатацию технических систем.
14. Показатели надежности технических систем.
15. Понятие отказа технических систем по отраслевым хозяйствам железнодорожного транспорта.
16. Принципы выбора показателей надежности технических систем.
17. Виды испытаний для подтверждения показателей их надежности.
18. Виды плановых испытаний технических систем на надежность.
19. Алгоритм верификации показателей надежности технических систем.
20. Основные процедуры плана последовательных испытаний.
21. Основные процедуры плана испытаний ограниченной фиксированной продолжительности или с ограниченным числом отказов.
22. Основные процедуры плана испытаний ограниченной переменной продолжительности или с ограниченным числом отказов.
23. Показатель готовности технических систем в системе показателей надежности.
24. Процедура верификации показателя надежности технических систем.
25. Оценка размера компенсации за несоблюдение уровня показателей надежности.
26. Особенности верификации показателя материалоемкости плановых и внеплановых ремонтов.
27. Особенности верификации показателя трудоемкости плановых и внеплановых ремонтов.
28. Проблемы оценки стоимости жизненного цикла сложных технических систем железнодорожного транспорта.

ГЛАВА 6. КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ, РИСКАМИ И АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

§ 6.1. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ, РИСКАМИ И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В стратегии развития железнодорожного транспорта до 2030 г. определены ориентиры его инновационного развития. Одним из таких ориентиров являются требования к повышению надежности и безопасности.

ОАО «РЖД» является крупнейшей компанией, обеспечивающей функционирование инфраструктуры. В настоящее время доля стоимости основных фондов инфраструктуры составляет более 60% от общей стоимости основных средств ОАО «РЖД», а доля эксплуатационных затрат на объекты инфраструктуры – порядка 35% от общего объема затрат. Оптимизация расходов на содержание инфраструктуры является одной из ключевых задач компании. В результате многолетнего недофинансирования износ основных фондов постоянно увеличивался, что привело к тому, что в настоящее время износ некоторых элементов инфраструктуры компании, наиболее критичных по последствиям выхода из строя, достиг 70%.

Значительный рост цен на материалы в последнее время приводит к существенному увеличению себестоимости ремонтов. По этой причине при сохранении величины годового финансирования ремонта объемы работ постоянно уменьшаются. В результате нарастает протяженность участков пути и число других объектов инфраструктуры с просроченными ремонтами различного вида.

Создавшиеся условия деятельности железнодорожного транспорта, а также процессы изменения его организационной структуры требуют применения комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла технических систем с использованием методологии обеспечения безотказности, готовности, ремонтно-пригодности и безопасности (RAMS) в соответствии с требованиями ИЕС 62278, а также национальных стандартов ГОСТ серии 27.ххх

«Надежность в технике» и ГОСТ Р серии 51901.x «Менеджмент риска». В связи с этим в ОАО «РЖД» разработана и используется для обоснования управленческих решений «Концепция управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте», утвержденная 31.07.2010 г. старшим вице-президентом ОАО «РЖД» В. А. Гапановичем.

Цель внедрения комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте состоит в решении одной из основных задач инновационного его развития – сокращении стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры и подвижного состава при условии обеспечения высокого уровня надежности технических систем и требуемого уровня безопасности перевозочного процесса.

Комплексное управление надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла технических систем на железнодорожном транспорте предназначено для решения следующих основных задач:

- управление эксплуатационной работой, которое должно осуществляться с помощью системы эксплуатационных показателей надежности, выраженных в единицах измерения объема выполненной работы каждым отраслевым хозяйством;
- принятие управленческих решений по эксплуатации инфраструктуры и подвижного состава компании, которое должно производиться с учетом оценки рисков на всех этапах жизненного цикла;
- управление безопасностью перевозочного процесса, которое должно базироваться на следующих постулатах:
- абсолютной безопасности не существует – после принятия защитных мер всегда остается некоторый остаточный риск;
- безопасность достигается путем уменьшения риска до допустимого уровня. Остаточный риск не должен быть выше допустимого уровня;
- допустимый уровень риска оценивается и корректируется на всех этапах жизненного цикла;
- при управлении экономическими рисками производственной деятельности на железнодорожном транспорте следует руководствоваться принципом ALARP – настолько низкий уровень остаточного риска, насколько это в разумной мере возможно исходя из ресурсов компании;
- при принятии защитных мер отдавать приоритет следует мероприятиям по минимизации рисков, связанных с жизнью и здоровьем людей, животных, экологической безопасностью;
- управление стоимостью жизненного цикла должно осуществляться на основании результатов текущей и интегральной оценок эксплуатационных показателей надежности и безопасности технических систем с учетом человеческого фактора;
- все процедуры принятия управленческих и иных решений в эксплуатационной работе железнодорожного транспорта на

всех этапах жизненного цикла технической системы должны осуществляться в соответствии с требованиями разрабатываемых нормативных документов по обеспечению надежности и безопасности.

Применение комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте позволит:

- количественно оценивать производственную деятельность хозяйств с учетом отказов и организации технического обслуживания и эксплуатации;
- контролировать и сопоставлять деятельность структурных подразделений в рамках хозяйства на основании показателей, учитывающих характеристики структурных подразделений и их производственной деятельности;
- прогнозировать количество предполагаемых отказов с учетом заданного объема работы;
- оценивать реальные потери в зависимости от надежности технических средств;
- оперативно решать вопросы обеспечения безопасности перевозочного процесса.

Комплексное управление надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла технических систем на железнодорожном транспорте представляет собой технологию, способствующую повышению качества услуг на железнодорожном транспорте. Данная технология описывается следующими компонентами:

- элементы механизма управления надежностью и рисками и анализа надежности технических систем;
- факторы, влияющие на надежность и безопасность объектов железнодорожного транспорта, а также средства достижения надежности и безопасности;
- риск и полнота безопасности;
- стоимость жизненного цикла технических систем.

Целью железнодорожного транспорта является удовлетворение потребностей экономики и населения в железнодорожных перевозках с требуемым уровнем качества в течение заданного времени безопасным образом. Достижение целей по безопасности и надежности в процессе эксплуатации возможно только при соответствии всем требованиям безотказности, ремонтпригодности и долговечности, при осуществлении контроля текущей и долгосрочной деятельности, а также деятельности, связанной с техническим обслуживанием и эксплуатацией, а также внешней среды системы. При этом надежность и безопасность являются важнейшими характеристиками технических систем.

С позиций системного подхода **надежность технических систем** рассматривается как совокупность следующих свойств:

- а)** безотказность, характеризующая:
 - все возможные виды системных отказов в зависимости от особенностей применения и внешней среды;

- вероятность возникновения каждого отказа или, как альтернатива, интенсивность возникновения каждого отказа;
- влияние отказа на функциональные возможности системы;
- б)** ремонтпригодность, характеризующая:
 - время выполнения запланированного технического обслуживания;
 - время выявления, распознавания и локализации неисправностей;
 - время восстановления отказавшей системы (внеплановое техническое обслуживание);
- в)** долговечность, характеризующая:
 - критерии предельного состояния системы;
 - средний срок службы системы;
- г)** эксплуатация и техническое обслуживание, характеризующие:
 - все возможные режимы эксплуатации;
 - необходимость технического обслуживания в процессе жизненного цикла системы;
 - вопросы человеческого фактора.

Безопасность технических систем понимается как совокупность следующих составляющих:

- а)** описание возможных опасных ситуаций в технической системе при всех режимах ее эксплуатации, технического обслуживания и возникающих во внешней среде;
- б)** характеристика каждой опасной ситуации с учетом тяжести последствий;
- в)** безопасность и отказы, учитывающие:
 - системные отказы, которые могут привести к опасной ситуации (виды отказов, связанные с безопасностью);
 - вероятность возникновения каждого вида системного отказа, связанного с безопасностью;
 - последовательность и совпадения событий, отказов, эксплуатационных состояний, условий среды и т.д. в процессе применения, которые могут привести к аварии;
 - вероятность возникновения каждого из событий, отказов, эксплуатационных состояний, условий среды и т.д. в процессе применения;
- г)** ремонтпригодность частей системы, связанных с:
 - удобством проведения технического обслуживания тех сторон, частей или компонентов системы, которые сопряжены с опасными ситуациями или видами отказов, связанных с безопасностью;
 - вероятностью возникновения ошибок при проведении технического обслуживания частей системы, связанных с безопасностью;
 - периодом восстановления системы до состояния, отвечающего правилам безопасности;
 - эксплуатация и техническое обслуживание частей системы, связанных с безопасностью, учитывающих:
 - влияние человеческого фактора на эффективность технического обслуживания и на безопасную эксплуатацию системы;

- применение средств, оборудования и мероприятий для эффективного технического обслуживания частей системы, связанных с безопасностью, а также для безопасной эксплуатации;
- эффективность контроля и мер для устранения опасной ситуации и уменьшения ее последствий.

§ 6.2. СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В МЕХАНИЗМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ, РИСКАМИ И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ

Для эффективной реализации механизма управления ресурсами, рисками и анализа надежности необходимо сформировать систему показателей безопасности и надежности. В «Концепции управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте» приводятся следующие показатели, характеризующие надежность и безопасность технической системы.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. Целевые показатели безотказности железнодорожной системы определяются согласно категориям отказов, изложенным в табл. 6.1.

Данные табл. 6.1 показывают, какие виды отказов системы должны быть подвержены более пристальному вниманию для того, чтобы достичь соответствующего уровня безотказности на уровне системы и при этом понести меньшие издержки в результате отказа.

Таблица 6.1

Категории отказов технических средств

Категория отказа	Определение
I	Отказ, который приводит к задержке пассажирского или пригородного поезда на 6 мин и более, грузового поезда на перегоне (станции) на 1 ч и более или к случаям нарушения безопасности движения в поездной или маневровой работе (согласно действующим нормативным документам)
II	Отказ, который приводит к задержке грузового поезда на перегоне (станции) продолжительностью от 6 мин до одного часа или когда оказанное воздействие привело к ухудшению эксплуатационных показателей, исключая задержки поездов, относящиеся к отказам категории I
III	Отказ, который не имеет последствий, относящихся к отказам категорий I и II; учет данных отказов производится в рамках автоматизированных систем управления хозяйств

Примечание. Для классификации отказа технического средства следует принимать во внимание задержки, как первого, так и последующих поездов (пассажирских, пригородных и грузовых), допущенных по причине данного отказа.

Основными показателями безотказности технических систем железнодорожного транспорта являются следующие.

Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет.

Для хозяйств железнодорожного транспорта используются показатели объема выполненной работы, приведенные в табл. 6.2.

Таблица 6.2

**Величины для измерения объема выполненной работы
по хозяйствам железнодорожного транспорта**

Хозяйство	Объем выполненной работы	
	Единица измерения	Размерность
Пути и сооружений	млрд т·км тонно-километровой работы	1
Автоматики и телемеханики	млн поездо·км	1
Связи	млн поездо·км	1
Электрификации и электроснабжения	млн кВт·ч переработанной электроэнергии	100
Локомотивное	млн локомотиво·км общего пробега	1
Вагонное	млн вагоно·км общего пробега	100
Пассажирское	млн вагоно·км общего пробега (пассажирских вагонов)	10

Вероятность отказа – вероятность того, что объект откажет хотя бы один раз в течение заданной наработки, будучи работоспособным в начальный момент времени. Отказ и безотказная работа являются событиями несовместными и противоположными.

Средняя наработка до отказа – математическое ожидание наработки объекта до первого отказа.

Средняя наработка на отказ – отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки. Этот показатель введен применительно к восстанавливаемым объектам, при эксплуатации которых допускаются многократно повторяющиеся отказы. Очевидно, что это должны быть несущественные отказы, не приводящие к серьезным последствиям и не требующие значительных затрат на восстановление работоспособного состояния. Под интенсивностью отказов объекта понимается отношение количества отказов объекта за выполненную наработку к этой наработке.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

К числу применяемых для технических систем железнодорожного транспорта относятся следующие показатели долговечности (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Показатели долговечности

Показатель	Обозначение	Размерность
Гамма-процентный срок службы	γ	%
Средний срок службы	$T_{\text{службы}}$	Время

Гамма-процентный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта. Ремонтопригодность является функцией, связанной с проектированием, и должна быть разработана в течение следующих этапов жизненного цикла: исходного проектного решения, описания и разработки. Обеспечение ремонтопригодности осуществляется по следующим причинам:

- обеспечить простоту технического обслуживания посредством проектного решения, снижающего продолжительность и стоимость технического обслуживания;
- оценить время вынужденного простоя системы и простоя вследствие технического обслуживания;
- оценить трудовые, временные и другие ресурсы для надлежащей эксплуатации.

К числу применяемых для технических систем железнодорожного транспорта относятся показатели ремонтопригодности (табл. 6.4).

Таблица 6.4

Показатели ремонтопригодности

Показатель	Обозначение	Размерность
Среднее время простоя	$t_{п}$	Время
Средняя наработка между плановыми видами технического обслуживания	$X_{п0}$	Объем произведенной работы (время)
Среднее время до восстановления	$t_{в}$	Время

Безотказность и ремонтопригодность определяют **готовность систем**. В число применяемых для систем железнодорожного транспорта входят следующие показатели готовности.

Коэффициент готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

Коэффициент готовности определяется как

$$K_{г.} = \frac{T_{ср.}}{T_{ср.} + t_{п.}}$$

где $T_{ср.}$ – средняя наработка на отказ (время);

$t_{п.}$ – суммарное время вынужденного простоя:

$$t_{п.} = \sum_{i=1}^r t_{п_i};$$

$t_{п_i}$ – время вынужденного простоя после i -го отказа;

r – число отказов (ремонтов) изделия.

Увеличение плано-предупредительного технического обслуживания или операций по восстановлению может оказывать неблагоприятное влияние на готовность системы, так как уменьшается средняя наработка между плановыми видами технического обслуживания. Однако, несмотря на это, уменьшается наработка системы. Таким образом, оптимизация количества действий плано-предупредительного технического обслуживания необходимо для того, чтобы добиться соответствующей готовности системы. Готовность принимает во внимание то, что реакция технического обслуживания не является мгновенной, а учитывает проблемы материально-технического обеспечения, связанные с ремонтом.

Коэффициент оперативной готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.

Коэффициент сохранения эффективности – это отношение значения показателя эффективности использования объекта по назначению за определенную продолжительность эксплуатации (\mathcal{E}) к номинальному значению этого показателя (\mathcal{E}_0), вычисленному при условии, что отказы объекта в течение того же периода не возникают.

Коэффициент сохранения эффективности характеризует степень влияния отказов элементов объекта на эффективность его применения по назначению:

$$K_{\mathcal{E}\phi.} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_0}.$$

При этом под **эффективностью применения объекта по назначению** понимают его свойство создавать некоторый полезный результат (выходной эффект) в течение периода эксплуатации в определенных условиях. **Показатель эффективности** – показатель качества, характеризующий выполнение объектом его функций. В идеальном случае объект выполняет свои функции (создает определенный выходной эффект) при отсутствии отказов \mathcal{E}_0 . Реальный выходной эффект определяют с учетом реальной надежности \mathcal{E} .

Анализ безопасности должен учитывать серьезность опасных событий, которые могут возникнуть в системе.

Вероятность безопасной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки опасный отказ объекта не возникнет. Опасные отказы объекта железнодорожного транспорта возникают на несколько порядков реже отказов его составных технических средств. В соответствии с теорией разреженных потоков параметр потока опасных

отказов есть постоянная интенсивность опасных отказов независимо от законов распределения составных технических средств.

Вероятность опасного отказа – вероятность того, что в пределах заданной наработки хотя бы один раз в объекте наступит опасный отказ. Отказ и безотказная работа являются событиями несовместными и противоположными.

Средняя наработка до опасного отказа – математическое ожидание наработки объекта до первого опасного отказа.

Средняя наработка на опасный отказ – отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его опасных отказов в течение этой наработки.

Под **интенсивностью опасных отказов** понимается отношение количества опасных отказов за выполненную наработку объекта к его наработке.

Таким образом, приведенная система показателей надежности и безопасности технических систем позволяет сформировать систему управления ресурсами, рисками и анализа надежности технических систем и выявить факторы, их определяющие.

§ 6.3. Основные факторы, влияющие на надежность и безопасность технической системы

На надежность и безопасность технической системы железнодорожного транспорта оказывается воздействие тремя способами: через источники отказов, происходящие внутри объекта на любом этапе жизненного цикла (системные условия); через источники отказов, возникающие во время эксплуатации объекта (условия эксплуатации); через источники отказов, возникающие в объекте во время проведения технического обслуживания (условия технического обслуживания). В «Концепции управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте» определена взаимосвязь данных источников отказов и выделены основные факторы, влияющие на надежность и безопасность технической системы, которые представлены на рис. 6.1.

При внедрении конкретной технической системы необходимо определить факторы, которые могут повлиять на ее надежность и безопасность, оценить их воздействие и осуществлять управление причиной этих воздействий на протяжении всего жизненного цикла с помощью применения соответствующего системного управления для оптимизации показателей работы данной системы.

Общие факторы, включая представленные на рис. 6.1, следует принимать во внимание при внедрении технических систем. Регулятор в сфере железнодорожного транспорта в своей зоне ответственности должен определить недопустимые факторы. Любой допустимый фактор общего характера должен быть оценен, а детально описанные факторы влияния, являющиеся специфичными в данном применении, должны быть систематически установлены.

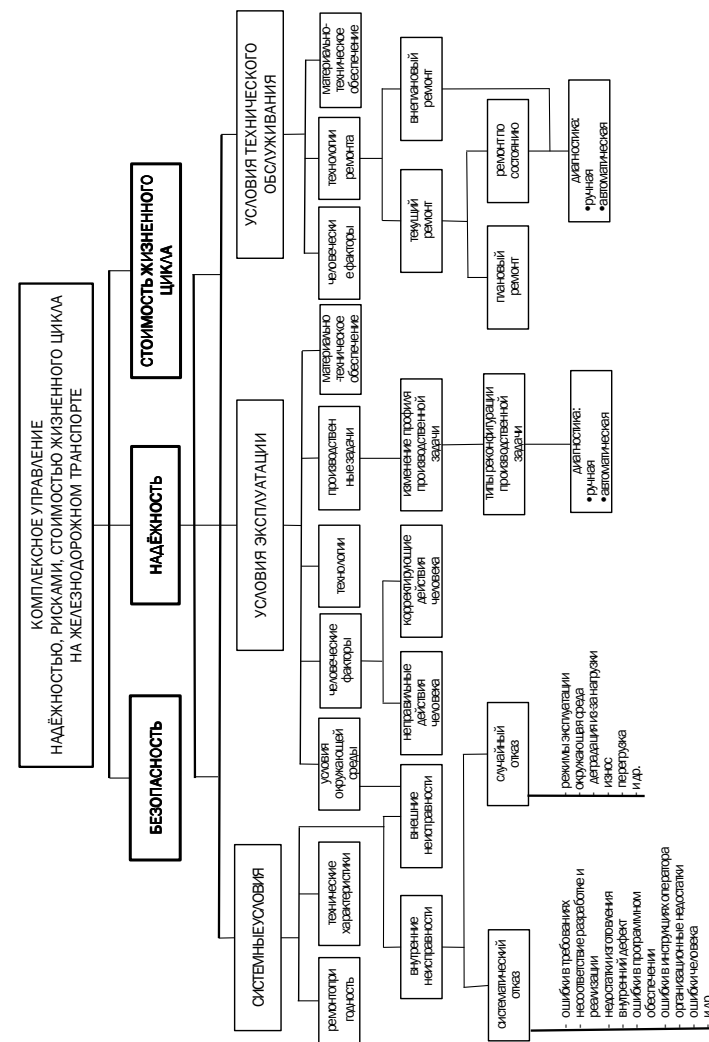


Рис. 6.1. Факторы, влияющие на надежность и безопасность железнодорожного транспорта

Особым образом влияние на надежность и безопасность оказывает человеческий фактор, который определяется как система характерных особенностей, возможностей и поведения человека. В эту систему включают анатомические, физиологические и психологические особенности людей. При описании человеческого фактора исходят из того, что сотрудники должны выполнять работу рационально и эффективно и при этом имеют определенные потребности в таких вопросах, как здоровье, безопасность и получение удовлетворения от работы.

В работу и функционирование железнодорожного транспорта вовлекается широкий круг людей – от пассажиров, обслуживающего персонала, персонала, ответственного за разработку систем, работников, непосредственно участвующих в железнодорожном движении, таких как машинисты и т. п., до населения, оказавшегося в зоне инфраструктуры железнодорожного транспорта. Каждый из них может по-разному среагировать на определенную ситуацию. В связи с этим потенциальное влияние людей на надежность и безопасность железнодорожной технической системы огромно. Следовательно, для достижения надежности и безопасности железнодорожного транспорта необходим более строгий контроль за человеческим фактором на протяжении всего жизненного цикла системы, чем это требуется в других видах деятельности.

Влияние человеческого фактора на надежность и безопасность технических систем железнодорожного транспорта является специфичным. На рис. 6.2 приведена трехуровневая модель действия человека по Расмуссену и Ризону.

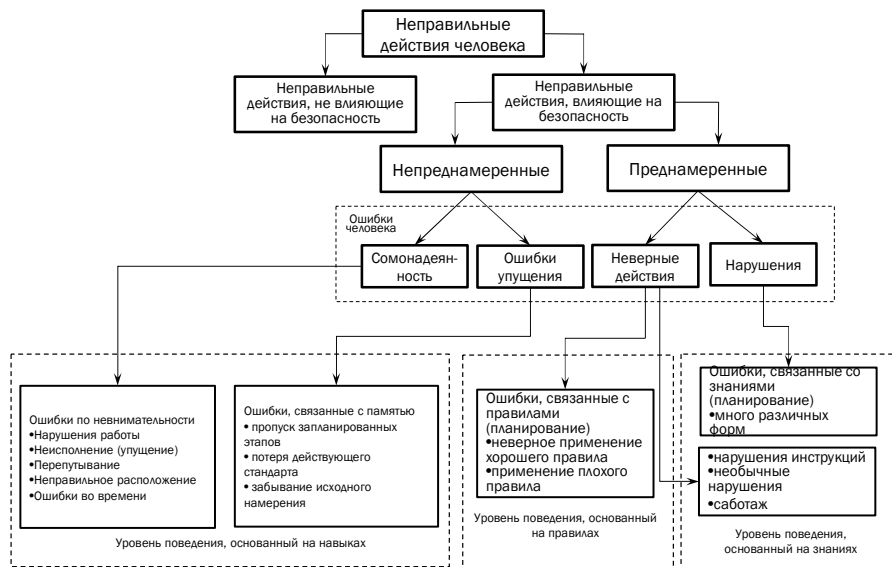


Рис. 6.2. Трехуровневая модель действия человека по Расмуссену и Ризону

Данная схема показывает классификацию неправильных действий и основные ошибки человека при взаимодействии с техническими системами. Учет этих факторов на этапах жизненного цикла позволяет минимизировать их влияние на безопасность и надежность всей железнодорожной системы.

Возможное воздействие факторов на надежность и безопасность технической системы железнодорожного транспорта должно оцениваться с учетом уровня рассматриваемого объекта. Для этого оценка должна включать анализ влияния каждого фактора с учетом его взаимосвязи на каждом этапе жизненного цикла.

В общем виде негативное влияние факторов на надежность и безопасность учитывается при оценке риска на разных этапах жизненного цикла.

§ 6.4. ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА РИСКА В МЕХАНИЗМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ, РИСКАМИ И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ

В данной главе понятие риска рассматривается в соответствии с принятой и утвержденной в ОАО «РЖД» Концепцией управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте. Следует отметить, что рассматриваемая концепция получила развитие и в настоящее время в ОАО «РЖД» используются следующие стандарты, утвержденные и введенные в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 13 декабря 2010 г. № 2570р:

- СТО РЖД 1.02.033-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Порядок идентификации опасностей и рисков;
- СТО РЖД 1.02.034-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности. Общие правила оценки и управления рисками;
- СТО РЖД 1.02.035-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности. Порядок определения допустимого уровня риска.

Понятие риска содержит две составляющие: вероятность возникновения события или сочетания событий, ведущих к опасности, и последствия опасности. Применительно к проблеме обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария технической системы или устройства, загрязнение или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличение затрат на безопасность.

Каждое нежелательное событие может возникнуть по отношению к определенному объекту риска. Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет различать *индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический* риски. Каждый вид его обуславливает характерные источники и факторы риска, классификация и характеристика которых приведены в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Классификация и характеристика видов риска

Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
Индивидуальный	Человек	Условия жизнедеятельности человека	Заболевание, травма, инвалидность, смерть
Технический	Технические системы и объекты	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов	Авария, взрыв, катастрофа, пожар, разрушение
Экологический	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные чрезвычайные ситуации	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия
Социальный	Социальные группы	Чрезвычайная ситуация, снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности
Экономический	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства или природной среды	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности

На процесс зарождения и развития риска оказывает свое влияние многообразие факторов и условий, характерных для железнодорожной системы (рис. 6.3).

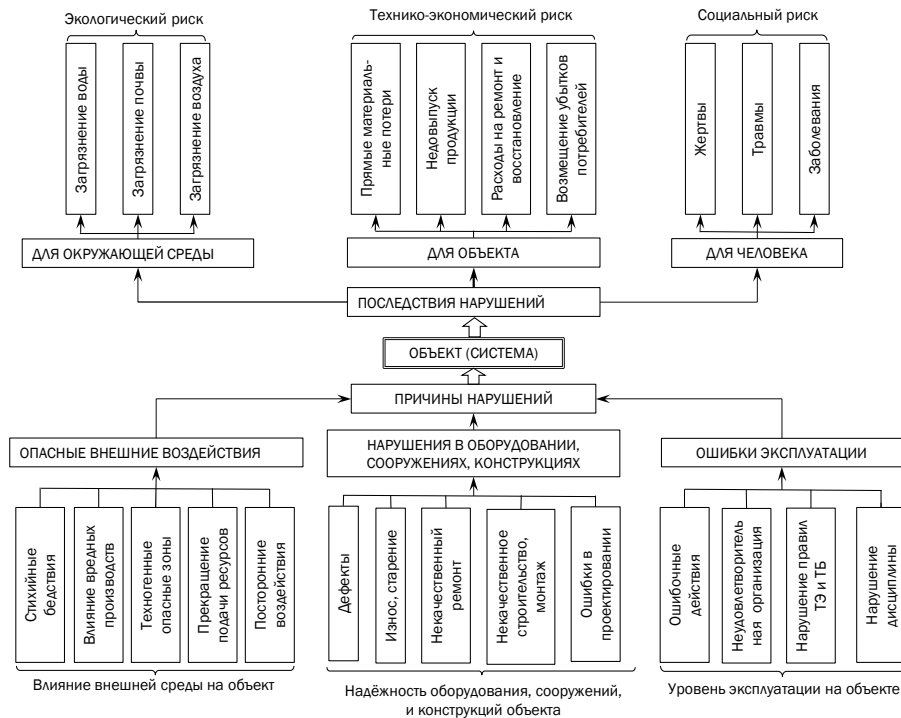


Рис. 6.3. Функциональная схема развития риска

Анализ приведенной на рис. 6.3 схемы позволяет выделить целый ряд первопричин риска: отказы в работе узлов и оборудования вследствие их конструктивных недостатков, низкого качества изготовления или нарушения правил технического обслуживания; отклонения от нормальных условий эксплуатации; ошибки персонала; внешние воздействия и пр. Вследствие возможности возникновения указанных причин опасные промышленные объекты постоянно находятся в неустойчивом состоянии, которое по отношению к безопасности производства становится особенно критичным при возникновении аварийных ситуаций на объектах.

Риск возникает при следующих условиях:

- существование фактора риска (источника опасности);
- присутствие данного фактора риска в определенной, опасной (или вредной) для объектов дозе воздействия;
- подверженность (чувствительность) объектов воздействию к факторам опасностей.

Аварии в разных отраслях имеют общие признаки. Обычно аварии предшествует накопление дефектов в оборудовании или отклонение от нормального хода процессов. Эта фаза может длиться минуты, сутки или годы. Сами по себе дефекты или отклонения еще не приводят к аварии, но готовят почву для нее. Операторы, как правило, не замечают этой фазы из-за невнимания к регламенту или недостатка информации о работе объекта, так что у них не возникает чувства опасности. На следующей фазе происходит неожиданное или редкое событие, которое существенно меняет ситуацию. Операторы пытаются восстановить нормальный ход технологического процесса, но, не обладая полной информацией, зачастую только усугубляют развитие аварии. Наконец, на последней фазе еще одно неожиданное событие – иногда совсем незначительное – играет роль толчка, после которого техническая система выходит из-под контроля, и происходит катастрофа.

Риск является неизбежным, сопутствующим фактором производственной деятельности. Риск объективен, для него характерны неожиданность, внезапность наступления, что предполагает прогноз риска, его анализ, оценку и управление – ряд действий по недопущению факторов риска или ослаблению воздействия опасности.

При разработке проблем риска и обеспечении безопасности технических систем используется системный подход к изучению разнообразных факторов, влияющих на показатели риска (анализ риска).

Анализ риска представляет собой структурированный процесс, целью которого является определение как вероятности, так и размеров неблагоприятных последствий исследуемого действия, события или их сочетаний. В качестве неблагоприятных последствий рассматривается вред, наносимый людям, имуществу или окружающей среде.

Анализ риска включает следующие этапы:

- идентификацию опасности;
- анализ последствий;
- анализ частоты.

Идентификация опасностей предполагает систематический анализ продукта, процесса, системы и определение неблагоприятных условий (опасностей), которые могут возникнуть в течение жизненного цикла. Такие неблагоприятные условия могут обладать потенциальной возможностью нанесения вреда человеку или ущерба окружающей среде.

Систематическая идентификация опасностей в общем случае включает два этапа:

- эмпирический (использование полученного ранее опыта, например, опросных листов);
- творческий (прогнозирование, например, мозговая атака, структурированные исследования типа «что было бы, если...»).

Эмпирический и творческий этапы процесса идентификации опасностей дополняют друг друга, вследствие чего создается уверенность, что потенциальное поле опасностей покрыто и все значительные опасности выявлены. Опасности зависят от характеристики системы и в особенности от ее границ, которые позволяют производить иерархическое структурирование опасностей применительно к системам и подсистемам. Это означает также, что идентификация опасностей и анализ причин в течение разработки системы должны проводиться неоднократно с различной глубиной детализации.

В целях дальнейшего обеспечения концентрации усилий по оценке рисков на наиболее значимых опасностях необходимо по мере их идентификации упорядочить их исходя из предполагаемой степени риска. Все идентифицированные опасности и другая существенная информация должны быть зафиксированы в журнале регистрации опасностей.

Анализ последствий осуществляется на основе оценки риска и распределения допустимых уровней риска. Основные функции субъектов управления рисками состоят в следующем:

- провести анализ последствий, т. е. есть ущерба;
- определить критерии допустимости риска;
- установить допустимые уровни риска (ДУР);
- обеспечить допустимость результирующего риска (по отношению к соответствующему критерию допустимости риска).

Внедрение технической системы может привести к непредвиденным или нежелательным свойствам, способным причинить вред людям, особенно если система или технология является новой. Новые опасности возникают по следующим причинам:

- новая технология или новая техническая система имеют неизвестные опасности (вследствие недостатка опыта);
- появление скрытых опасностей в существующих железнодорожных системах в связи с введением новых технологий и технических систем (например, замена аналоговых на цифровые технологии);

- опасность нового проекта из-за отсутствия соответствующей спецификации;
- несогласованность специальных режимов работы в существующей железнодорожной системе, что может создать новые опасности для операторов, обслуживающего персонала, общественности и т. д.;
- ошибки проектирования, создающие новые опасности, которые могут быть связаны с уже однажды идентифицированными.

Процесс идентификации, обработки и рассмотрения новых опасностей, связанных с проектированием или применением системы, идентичен процессу анализа риска. После выявления опасностей системного уровня, способных повлиять на общую производительность системы или причинить ущерб людям, риски должны быть задекларированы поставщиком и определены соответствующие допустимые уровни риска для каждого. Допустимые уровни риска должны быть установлены для каждой новой опасности, что в результате приведет к обновлению требований к показателям надежности и безопасности технических систем.

Анализ риска должен проводиться на разных этапах жизненного цикла объекта лицом, ответственным за данный этап, а его результаты документироваться.

В табл. 6.6 приведены типовые категории вероятности или частоты возникновения опасного события (ОС) и описание каждой категории применительно к технической системе железнодорожного транспорта.

Для оценки возможного влияния рисков на возникновение опасных событий следует использовать анализ последствий. В табл. 6.7 представлены типовые уровни тяжести опасной ситуации и последствий, связанных с каждым таким уровнем, для всех железнодорожных систем. Количество применяемых уровней последствий и последствий каждого уровня тяжести определяется регулирующим органом деятельности железнодорожного транспорта.

Таблица 6.6

Частота возникновения опасных событий

Возникновение ОС	Описание
Частое	Вероятность частого возникновения. Постоянно будет присутствовать опасная ситуация
Вероятное	Неоднократное возникновение. Ожидается частое возникновение опасной ситуации
Случайное	Вероятность неоднократного возникновения. Ожидается неоднократное возникновение опасной ситуации
Редкое	Вероятность того, что событие будет иногда возникать на протяжении жизненного цикла системы. Обоснованное ожидание возникновения опасной ситуации
Крайне редкое	Вероятность возникновения маловероятна, но возможна. Можно предположить, что опасная ситуация может возникнуть в исключительном случае
Маловероятное	Вероятность возникновения крайне маловероятна. Можно предположить, что опасность не возникнет

Таблица 6.7

Уровни тяжести опасных ситуаций

Уровень тяжести последствий	Последствие по видам риска			
	Технический риск (последствия для эксплуатации объекта)	Социальный риск (последствия для людей)	Экологический риск (последствия для окружающей среды)	Риски, связанные с качеством услуг по перевозке*
Катастрофический	Объект не подлежит дальнейшей эксплуатации	Погибшие и(или) многочисленные пострадавшие с тяжкими телесными повреждениями	Серьезный ущерб для окружающей среды	Задержка поездов на 24 часа и более
Критический	Серьезное повреждение объекта (объектов)	Отдельные случаи со смертельным исходом и (или) тяжкий вред здоровью	Значительный ущерб для окружающей среды	Задержка поездов от одного часа до 24 часов
Несущественный	Среднее повреждение объекта	Вред здоровью средней тяжести	Значительная угроза для окружающей среды	Задержка поездов от шести минут до одного часа
Незначительный	Небольшое повреждение объекта	Легкий вред здоровью	Незначительная угроза для окружающей среды	Задержка поездов менее 6 мин

* Риски, связанные с качеством услуг по перевозке, не оказывают непосредственного влияния на безопасность движения и эксплуатации, но имеют важное значение для руководства компании; никаких дополнительных действий для обеспечения безопасности не требуются. Такие риски не должны регистрироваться в журнале учета опасностей.

Оценка риска должна учитывать не только тяжесть его последствий, но и частоту возникновения опасного события. В табл. 6.8 приведена форма матрицы риска, в котором шкала последствий имеет четыре деления, шкала вероятности – шесть делений.

Таблица 6.8

Матрица рисков

Уровень частоты	Уровень риска			
	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый	Недопустимый
Частый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый	Недопустимый
Вероятный	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
Случайный	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный	Недопустимый
Редкий	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный
Крайне редкий	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Допустимый
Маловероятный	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет
	Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
Уровни тяжести последствий				

Форма используемой матрицы риска должна фиксироваться в отчете об оценке риска вместе с определениями установленных уровней частот и тяжести последствий. Уровень риска, установленный для ячеек матрицы риска, зависит от шкал частот и тяжести последствий. При этом может предусматриваться, что дополнительный вес придается последствиям или частоте, либо шкалы будут равнозначными, в зависимости от конкретной ситуации. Уровень риска может быть связан с правилами принятия решения, в частности, со степенью внимания, уделяемой проблеме руководством компании, или с приоритетами обработки риска.

На основе текущего количества опасного события вычисляется значение частоты с учетом уже имеющейся статистики по данному со-

бытию. Используя данные о размере последствий, находится уровень риска (недопустимый, нежелательный, допустимый, не принимаемый в расчет). При попадании уровня риска в ячейку «нежелательный» или «недопустимый» посредством механизма факторного анализа выявляются основные причины возникновения опасных событий и предлагаются соответствующие действия по обработке риска.

Приемлемость риска должна основываться на общепринятом принципе. В мировой практике используются следующие принципы:

- «риск настолько низкий, насколько это практически возможно» (принцип *ALARP*, практикуемый в Великобритании);
- «в целом, по крайней мере, такой же» (принцип *GAMAB*, практикуемый во Франции). Полная формулировка этого принципа: «Все новые управляемые транспортные системы должны в целом иметь уровень риска, по крайней мере, такой же, что и любая равнозначная существующая система»;
- минимальная эндогенная смертность (принцип *MEM*, практикуемый в Германии).

В качестве базового принципа на отечественном железнодорожном транспорте применяется принцип *ALARP*. Регулятор в сфере железнодорожного транспорта несет ответственность за установление принципа, который необходимо применять, уровней риска, которые допускаются, и сопоставление этих уровней по различным категориям риска. В табл. 6.9 дано определение качественных категорий риска и действий, применяемых относительно каждой категории. В табл. 6.10 представлен пример оценки риска и уменьшения контроля риска в случае приемлемости.

Таблица 6.9

Качественные категории риска

Категория риска	Действие относительно каждой категории
Недопустимая	Должен быть исключен
Нежелательная	Может быть принят в качестве приемлемого в случае невозможности снижения риска и по согласованию с органом надзора за безопасностью
Допустимая	Приемлем при надлежащем контроле
Не принимаемая в расчет	Приемлем

Таблица 6.10

Типовой пример оценки и приемлемости риска

Частота	Уровень риска			
	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый	Недопустимый
Частая	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый	Недопустимый
Вероятная	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
Случайная	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный	Недопустимый
Редкая	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный
Крайне редкая	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Допустимый
Маловероятная	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет
	Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
Уровни тяжести последствия опасного события				

В качестве опасного события предлагается рассматривать транспортные происшествия и события в соответствии с Приказом Минтранса РФ от 25.12.2006 г. № 163 в редакции приказа Минтранса РФ от 08.11.2008 г. № 180, а также критичные отказы к перевозочному процессу (например, для железнодорожного пути, отказы технических средств, вызывающие закрытие движения или ограничение установленной скорости движения).

В качестве частоты возникновения опасного события принимается количество опасных событий (по видам), происходящих на единицу измерения эксплуатационной работы по каждому хозяйству железнодорожного транспорта.

Для определения границ уровней частоты возникновения опасного события используются статистические данные о транспортных происшествиях и событиях, допущенных по вине работников конкретного хозяйства за определенный период, а также данные об отказах технических средств, допущенных за аналогичный период. За рассматриваемый период определяется максимальное значение частоты возникновения опасных событий по каждому из видов. Полученная область значения от нуля до максимального значения разбивается на шесть равных интервалов (частое, вероятное, случайное, редкое, невероятное, неправдоподобное возникновение). Таким образом, устанавливаются границы уровней частоты возникновения опасных событий по каждому виду.

В качестве значений ущерба используются статистические данные по стоимости ущерба от транспортных происшествий и событий, допущенных по вине работников конкретного хозяйства за определенный период, а также данные по величине ущерба от отказов технических средств, допущенных за аналогичный период. За рассматриваемый период определяется максимальное значение ущерба от возникновения опасных событий по каждому из видов. Полученная область от нуля до максимального значения разбивается на четыре равных интервала (незначительный, несущественный, критический, катастрофический). Таким образом, устанавливаются границы уровней ущерба от возникновения опасных событий по каждому виду.

На основе текущего количества опасных событий вычисляется текущее значение их частоты. Используя данные о величине ущерба, определяется категория риска (недопустимый, нежелательный, допустимый, не принимаемый в расчет риск). При попадании величины риска в степень «нежелательно» или «недопустимо» посредством механизма факторного анализа выявляются основные причины возникновения опасных событий и предлагаются соответствующие корректирующие действия по их устранению или снижению.

При прогнозировании возникновения опасных событий и величины ущерба на основании факторного анализа по каждому хозяй-

ству выявляется вид наиболее опасного события с превышением допустимого уровня опасности. В соответствии с текущей величиной эксплуатационных показателей определяется частота возникновения опасного события с учетом уже имеющейся статистики по данному виду.

С учетом среднего значения ущерба в результате данного события (в соответствии с ежегодной статистикой) определяется зона риска в матрице (на пересечении частоты и величины ущерба). На основании полученных данных делается вывод о необходимости выполнения соответствующих корректирующих мероприятий. В случае попадания в зону риска «нежелательный» планируются следующие мероприятия оперативного характера: внеочередное обучение персонала, повышение квалификации персонала, проведение внепланового технического обслуживания и др. В случае попадания в зону риска «недопустимый» планируются следующие мероприятия стратегического характера: модернизация или внедрение новых технических средств, изменение технологического процесса и др.

При оценке деятельности структурного подразделения железнодорожного транспорта по показателям надежности и безопасности фиксируется факт возникновения опасного события и осуществляется классификация по виду. В соответствии с текущей величиной эксплуатационных показателей на момент возникновения события определяется фактическая величина частоты возникновения опасного события. С учетом полученной величины частоты возникновения опасного события и фактической величины ущерба по матрице определяется зона риска по данному виду события. На основании полученных данных делается вывод о необходимости выполнения соответствующих корректирующих мероприятий. В случае попадания в зону риска «не принимаемый в расчет» или «допустимый» никаких мероприятий не планируется. В случае попадания в зону риска «нежелательный» или «недопустимый» проводится факторный анализ с целью выявления тех факторов, которые привели к опасному событию и по которым необходимо проводить корректирующие мероприятия.

§ 6.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛНОТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В соответствии с принятой и утвержденной в ОАО «РЖД» Концепцией управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте, после того, как установлен уровень безопасности при применении технических систем по назначению и определено необходимое снижение риска, обосновываются требования к полноте безопасности используемых систем и компонентов. Полнота безопасности технической системы представляет собой способность системы, связанной с безопасностью, обеспечивать необходимые функции безопасности. Чем выше полнота без-

опасности, тем ниже вероятность того, что она не сможет выполнять требуемые функции безопасности.

Полнота безопасности может рассматриваться как сочетание поддающихся (случайные отказы) и не поддающихся (системные отказы) количественному измерению факторов.

Полнота при систематических отказах достигается посредством управления условиями обеспечения качества и безопасности. Так как невозможно оценить полноту при систематических отказах посредством количественных методов, используются **уровни полноты безопасности**.

Полнота при случайных отказах является той частью полноты безопасности, которая касается опасных случайных неисправностей, в частности, случайных неисправностей оборудования, которые являются результатом конечной безотказности аппаратных компонентов. Количественная оценка полноты при случайных отказах должна быть осуществлена с помощью вероятностных расчетов. Они основаны на известных данных интенсивностей и видов отказов аппаратных компонентов, а также времени обнаружения случайных аппаратных отказов. При наличии компонентов с присущими физическими свойствами, как правило, предполагается нулевая интенсивность опасных отказов. Однако остаточный риск опасного отказа может существовать и должен быть ограничен.

Внешние и системные средства снижения риска должны обеспечивать необходимое уменьшение риска, требуемое для достижения системой заданного уровня безопасности. Уверенность в достижении полноты безопасности функций внутри системы может быть достигнута благодаря эффективному применению сочетания определенных видов архитектуры, средств, методов и технологий.

Программа по обеспечению функциональной безопасности и программа обеспечения надежности, если они реализуются эффективно, дают уверенность в способности законченной системы достичь соответствия требованиям надежности и безопасности, т.е. обеспечить полноту безопасности технической системы.

Полнота безопасности технической системы определяется как один из четырех дискретных уровней. Уровень «четыре» имеет самый высокий уровень полноты безопасности; уровень «один» самый низкий; уровень «ноль» используется, чтобы указать на отсутствие требований безопасности. С помощью уровней полноты безопасности следует рассматривать качественную оценку таких факторов, как управление качеством и безопасностью и технические условия безопасности.

Опасности, связанные с функционированием системы, определяются и оцениваются на основе анализа риска. В результате такого анализа устанавливаются допустимые уровни риска для каждой опас-

ности по функциям системы и подсистем соответственно. Каждая из функций должна иметь качественный целевой показатель безопасности, а также присущий им количественный целевой показатель. Качественный целевой показатель должен быть в виде уровней полноты безопасности и должен охватывать полноту при систематических отказах. Количественный целевой показатель должен быть в виде численной интенсивности отказов и должен охватывать полноту при случайных отказах.

Связанные с безопасностью функции в рамках системы осуществляются подсистемами. Уровни полноты безопасности распределены по связанным с безопасностью функциям и, следовательно, по подсистемам, реализующим эти функции.

Достижение определенного уровня полноты безопасности требует соблюдения условий управления качеством, условий управления безопасностью, технических условий безопасности, количественных целевых показателей безопасности.

Исполнение специфичных количественных целевых показателей безопасности само по себе не означает, что соответствующий уровень полноты безопасности был достигнут. Кроме того, управление качеством, безопасностью и техническими условиями безопасности, связанными с определенным уровнем полноты безопасности, не означает, что сами по себе были достигнуты соответствующие количественные целевые показатели безопасности или уровни полноты безопасности.

Таким образом, прежде чем применять уровни полноты безопасности, следует выполнить следующие требования: специалистами по безопасности устанавливается соответствующий уровень применимости уровней полноты безопасности. Рекомендуется использовать не более четырех уровней. Уровень полноты безопасности предназначен только для одного «элемента», т.е. для автономного оборудования, которое выполняет одну простую функцию и которое может быть заменено другим оборудованием, выполняющим такую же функцию.

Уровень полноты безопасности относится только к ожидаемому уровню доверия безопасности изделия и не охватывает всех аспектов системы. Поэтому рассмотрение только его может быть недостаточным (например, ухудшенные режимы работы или аварийные состояния с различными требованиями по безопасности и т.д.).

Уровень полноты безопасности используется в качестве средства согласования качественных подходов (чтобы избежать систематических отказов) с количественным подходом (для контроля случайных отказов). Этот баланс выражается в виде таблицы, которая состоит из перечня уровней полноты безопасности и перечня соответствующих интервалов или диапазонов допустимых уровней опасности (табл. 6.11).

Таблица 6.11

Взаимосвязь уровней полноты безопасности и допустимых уровней риска

Допустимый уровень риска (ДУР) в час и на функцию	Уровень полноты безопасности
$10^{-9} < \text{ДУР} < 10^{-8}$	4
$10^{-8} < \text{ДУР} < 10^{-7}$	3
$10^{-7} < \text{ДУР} < 10^{-6}$	2
$10^{-6} < \text{ДУР} < 10^{-5}$	1

Функция технической системы, имеющая количественные требования более жесткие, чем 10^{-9} в час, должна рассматриваться одним из следующих способов:

- если это возможно – разделить функцию на функционально независимые подфункции. Допустимый уровень риска может быть разделен между этими подфункциями, и уровень полноты безопасности присваивается каждой подфункции;
- если функция не может быть разделена – должны быть выполнены методы и средства, необходимые для четвертого уровня полноты безопасности, а функция должна быть использована в сочетании с другими техническими или организационными мерами в целях обеспечения необходимого допустимого уровня риска.

В отличие от ГОСТ Р 61508-1 таблица уровней полноты безопасности (см. табл. 6.11) имеет только один столбец для частот (прежнее название «высокая интенсивность запросов» или «непрерывный режим») и не имеет колонки для вероятностей отказов по запросу (прежнее название «режим запроса»). Причины ограничения только одним режимом следующие: меньше неоднозначности при определении уровней полноты безопасности, все системы с режимом по запросу можно смоделировать в виде системы с непрерывным режимом, которых на современном железнодорожном транспорте большинство.

§ 6.6. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Методология управления жизненным циклом технической системы является основополагающей для успешного внедрения комплексного управления надежностью, безопасностью, рисками, ресурсами на железнодорожном транспорте. В соответствии с принятой и утвержденной в ОАО «РЖД» Концепцией управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте жизненный цикл технической системы железнодорожного транспорта может быть представлен в виде V-образной модели (рис. 6.4).

Нисходящая ветвь (левая часть), как правило, называется проектированием и разработкой системы и является процессом совершенствования, заканчивающимся изготовлением системных компонентов. Восходящая ветвь (правая часть) относится к сборке, установке, приемке и последующей эксплуатации всей системы. V-образное представление подразумевает, что деятельность по приемке тесно

связана с деятельностью по проектированию и разработке системы, постольку то, что проектируется сейчас, должно быть, в итоге, проверено на соответствие требованиям. Поэтому деятельность по валидации при приемке системы на разных этапах основывается на спецификации системы и должна быть запланирована на ранних этапах, т.е. начиная с соответствующих этапов жизненного цикла по проектированию и разработке системы.

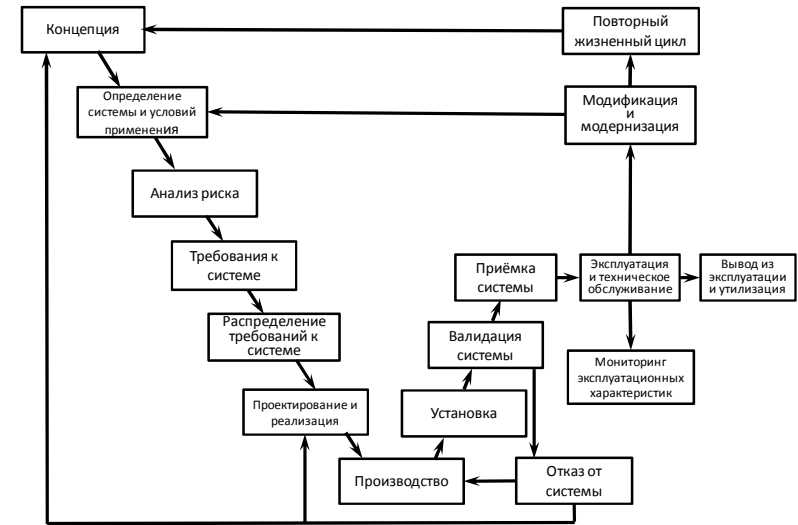


Рис. 6.4. Жизненный цикл технической системы и механизм обеспечения соблюдения параметров надежности

Такое представление эффективно при демонстрации задач верификации и валидации системы в течение жизненного цикла. **Цель верификации** состоит в доказательстве того, что при определенных входных данных готовые к поставке элементы на каждом этапе во всех отношениях отвечают требованиям данного этапа. **Цель валидации** состоит в доказательстве того, что рассматриваемая система на любом этапе разработки и после установки в полной мере отвечает предъявляемым требованиям.

Задачи верификации включены во все этапы жизненного цикла и являются неотделимыми от общей задачи приобретения технической системы. Основные задачи на каждом этапе жизненного цикла представлены в прил. 3, в котором задачи надежности и безопасности показаны как компоненты общих задач проекта.

Сбалансированное соотношение между эксплуатационными характеристиками надежности и безопасности технической системы и расходами на ее разработку и владение оптимизирует стоимость жиз-

ненного цикла и способствует обеспечению всестороннего последовательного установления задач на отдельных этапах жизненного цикла. Этот процесс создает информационную основу для заключения договора по выполнению как отдельных задач надежности и безопасности, так и всего комплекса задач в процессе централизованного управления. Ответственность за выполнение задач будет зависеть от рассматриваемой системы и от соответствующих условий договора. Некоторые общие ориентиры по определению ответственности сторон представлены в прил. 4.

Для разработки распределения вероятности того, что система будет в состоянии выполнить намеченные функции, используется анализ надежности и безопасности, который основан на следующих элементах:

- база данных надежности и безопасности системы;
- виды отказов системы;
- методы и средства анализа надежности и безопасности.

Использование данных об отказах и техническом обслуживании – важный фактор в анализе надежности и безопасности и управлении жизненным циклом технической системы. Данные поддерживают перспективу жизненного цикла технической системы и, в частности, учитывают этап технического обслуживания. На рис. 6.5 представлено использование базы данных надежности и безопасности как обратная связь с анализом надежности и безопасности, а также со всеми этапами жизненного цикла системы.

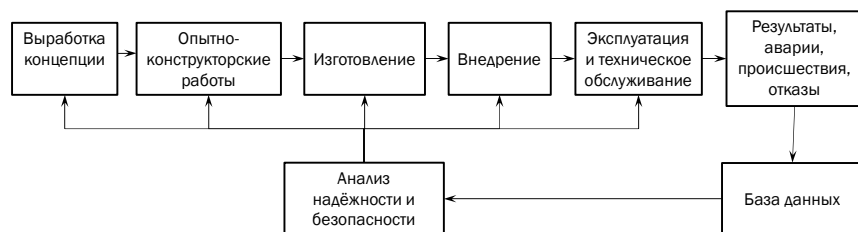


Рис. 6.5. Использование базы данных об отказах и техническом обслуживании при анализе надежности и безопасности на этапах жизненного цикла

База данных надежности и безопасности представляет собой совокупность нескольких физических баз данных, среди которых важнейшими являются:

- база данных безотказности компонентов;
- база данных происшествий и аварий;
- база данных по эксплуатационным и техническим характеристикам.

Для анализа надежности и безопасности используют различные средства и методы. *FMEA* (анализ характера и последствий отказов),

FMECA (анализ характера, последствий и критичности отказов), *FTA* (анализ дерева неисправностей), анализ блок-схемы отказа, *ССА* (анализ причин и последствий), *HAZOP* (изучение опасности и действенности).

Технические системы железнодорожного транспорта являются дорогостоящими активами с продолжительными сроками службы, поэтому необходимо при оценке экономической эффективности их приобретения и внедрения учитывать различные варианты решений по техническому обслуживанию. Стратегия технического обслуживания с целью минимизации стоимости жизненного цикла должна в обязательном порядке отвечать требованиям надежности и безопасности. На рис. 6.6 схематично изображены вычисления стоимости жизненного цикла, основанные на коммерческих и технических критериях, предъявляемых к системе.

Политика технического обслуживания и бюджетные ограничения играют главную роль в выборе альтернативных стратегий технического обслуживания. Они действуют в качестве ключевых входных данных при принятии решения по конкретной стратегии технического обслуживания.

На рис. 6.6 показано, каким образом надежность влияет на величину стоимости жизненного цикла на различных стадиях. Стратегия технического обслуживания (СТО) с самой низкой стоимостью жизненного цикла рассматривается в качестве экономически эффективного решения при эксплуатации системы.

При этом важно учитывать значения показателей надежности и безопасности, связанные с конкретной стратегией технического обслуживания. Таким образом, в качестве наилучшего решения необходим компромисс между целевыми показателями надежности и безопасности и значением стоимости жизненного цикла.

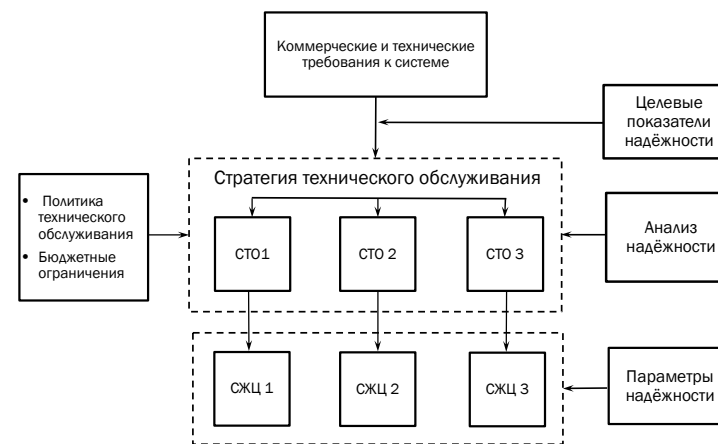


Рис. 6.6. Решения по техническому обслуживанию на основе стоимости жизненного цикла

Для выбора наилучшего варианта из множества доступных систем используется систематический подход на основе стоимости жизненного цикла. Стоимость жизненного цикла учитывает все затраты, связанные с приобретением, владением и утилизацией технической системы. Для большинства технических систем затраты на техническое обслуживание играют важную роль при анализе стоимости жизненного цикла, в особенности для активов, где этап эксплуатации и технического обслуживания включает большую часть стоимости жизненного цикла системы.

При оценке стоимости жизненного цикла технических систем выделяют два разных уровня неопределенностей. Неопределенностью первого уровня являются затраты в результате штрафных санкций, налагаемые транспортными операторами из-за таких факторов, как задержка поезда, нарушение графика движения, крушение. Эти случаи могут быть вызваны плановыми и внеплановыми работами по техническому обслуживанию, а также отсутствием необходимого технического обслуживания. Таким образом, результирующие расходы связаны с решениями о проведении работ по техническому обслуживанию и могут быть оценены по вероятностной оценке задержки поездов, крушению или нарушению графика движения, принимая во внимание технические и эксплуатационные характеристики системы, а также действия по техническому обслуживанию. Неопределенность первого уровня также может рассматриваться в качестве внешнего риска анализа стоимости жизненного цикла. Неопределенность второго уровня является внутренним риском и возникает из неопределенности в параметрах надежности конкретной технической системы.

Статистические характеристики параметров надежности способствуют неопределенности при определении стоимости жизненного цикла технических систем. Причина этого заключается в том, что время и условия, система внутренних и внешних факторов настолько сложны, что они не могут быть спрогнозированы с достаточной степенью точности. Моделирование изменений показателей надежности и безопасности при определении стоимости жизненного цикла технических систем позволяет снизить уровень их неопределенности и повысить управляемость жизненным циклом технических систем.

§ 6.7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ, РИСКАМИ И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Одной из основных целей комплексной системы управления ресурсами, рисками и анализа надежности на этапах жизненного цикла является обеспечение безопасности объектов путем выполнения мер и мероприятий, предусмотренных программой обеспечения функциональной безопасности. Для стандартизации и унификации требований к формированию программы обеспечения функциональной безопасности технических систем на железнодорожном транс-

порте в ОАО «РЖД» введен соответствующий стандарт: СТО РЖД 1.02.031-2010 «Программа обеспечения функциональной безопасности объектов железнодорожного транспорта», утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 13.12.2010 г. № 2570р.

Программа обеспечения функциональной безопасности определяет перечень и взаимосвязь работ, проводимых на стадиях жизненного цикла объекта и направленных на обеспечение заданного уровня безопасности. Действия разработчика, изготовителя и заказчика по обеспечению безопасности объекта должны быть согласованы между собой и в соответствии с этапами его жизненного цикла так, чтобы обеспечить соответствие показателей безопасности требуемым значениям.

Содержание программы обеспечения безопасности должно быть направлено на решение задачи поэтапного подтверждения корректной реализации требований безопасности к объекту. Работы, регламентируемые программой обеспечения безопасности, должны учитывать возможность подтверждения соответствия требованиям безопасности как для объекта в целом, так и для его составных частей.

В соответствии с этапами жизненного цикла объекта предусматривается следующая последовательность разработки программы обеспечения безопасности.

1. Формирование программы обеспечения безопасности организацией – разработчиком или изготовителем на этапе «Характеристика объекта и условий применения», в которой содержатся следующие составляющие: определение жизненного цикла объекта; закрепление за каждым этапом проекта соответствующих задач по обеспечению безопасности объекта; определение обязанностей в организации по выполнению каждой задачи безопасности; определение инструкций, средств и ссылочных документов, необходимых для выполнения каждой задачи безопасности; описание деятельности по обеспечению безопасности, осуществляемой в технологических процессах организации.
2. Утверждение программы обеспечения безопасности руководителем организации – разработчика и согласование с изготовителем и заказчиком объекта.
3. Корректировка и доработка программы обеспечения безопасности организацией – разработчиком на этапе «Требования к объекту».
4. Реализация программы обеспечения безопасности организацией – разработчиком на этапе «Проектирование и реализация» и изготовителем на этапе «Производство».
5. Представление программы обеспечения безопасности изготовителем для независимого экспертного заключения в орган по сертификации, который будет производить оценку соответствия объекта заданным требованиям безопасности.

6. Корректировка программы обеспечения безопасности изготовителем по результатам независимой экспертизы органом по сертификации на этапе «Приемка объекта» в эксплуатацию:
- корректировка документа организацией – разработчиком (изготовителем) на этапе «Модификация и модернизация» с последующим представлением для независимого экспертного заключения в орган по сертификации;
 - при необходимости формирование и реализация документа на этапе «Вывод из эксплуатации и утилизация».

В программе обеспечения безопасности необходимо отразить политику и стратегию обеспечения функциональной безопасности объекта, выраженные через определение целей, порядка и мероприятий, принятых разработчиком, изготовителем и эксплуатирующей организацией; полномочия, ответственность и подотчетность должностных лиц на всех этапах жизненного цикла безопасности объекта; процесс взаимодействия участников разработки по вопросам обеспечения функциональной безопасности объекта; виды и объем отчетной документации; порядок обновления и пересмотра программы обеспечения безопасности.

Программа обеспечения безопасности должна содержать следующие разделы:

- 1) Общие положения;
- 2) Нормативные ссылки;
- 3) Характеристику объекта;
- 4) Мероприятия по обеспечению функциональной безопасности объекта;
- 5) Организацию работ;
- 6) Порядок отчетности;
- 7) Порядок корректировки.

В разделе «Общие положения» указываются назначение и цели разработки программы, данные о разработчике программы, перечень организаций и предприятий, участвующих в реализации и согласовании программы.

В разделе «Нормативные ссылки» должны быть приведены нормативные документы, в соответствии с которыми разработана программа обеспечения безопасности, а также документы, подлежащие использованию в процессе реализации данной программы обеспечения безопасности.

В разделе «Характеристика объекта» дается точное определение или описание объекта, к которому относят данную программу обеспечения безопасности, включая номера версий и состояние изменений для всех требований, проектной и рабочей документации. Характеристика объекта содержит следующие подразделы: наименование и назначение объекта; данные о разработчиках, производителях, эксплуатирующей организации объекта; состав и основные характеристики объекта; условия эксплуатации и технического обслуживания

объекта; требования безопасности; описание взаимодействия объекта с другими средствами и уровнями обеспечения безопасности; перечень предположений и ограничений, принятых для объекта.

Раздел «Мероприятия по обеспечению функциональной безопасности объекта» должен включать:

- описание жизненного цикла объекта и задач по обеспечению безопасности, учитывающее взаимозависимости целевых показателей безопасности объекта;
- анализ, проектирование и оценку безопасности объекта в течение жизненного цикла (обеспечение соответствующей степени независимости персонала, соизмеримой с риском для объекта; выявление и анализ опасных факторов; оценку риска и текущее управление риском; определение критериев допустимости риска; разработку требований безопасности к объекту и текущее рассмотрение их адекватности; проектирование объекта; верификацию и валидацию; оценку безопасности для достижения соответствия между требованиями к объекту и их реализацией; проверку безопасности объекта для достижения соответствия процесса управления программой обеспечения безопасности; оценку безопасности объекта для достижения соответствия между анализом безопасности объекта в целом и его составных частей).
- подготовку доказательств безопасности объекта;
- подтверждение объекта с точки зрения безопасности;
- подтверждение изменений объекта с точки зрения безопасности;
- анализ показателей эксплуатации и технического обслуживания объекта с целью доказательства, что достигнутый уровень безопасности объекта соответствует требованиям;
- ведение документации по безопасности объекта, включая журнал учета опасностей;
- взаимосвязи с другими программами обеспечения безопасности.

На этапах жизненного цикла объекта железнодорожного транспорта программа обеспечения безопасности имеет свои задачи и особенности, которые необходимо учитывать для успешного функционирования системы.

Этап 1 – «Разработка концепции и требований». На этом этапе решаются следующие задачи: пересмотр достигнутых показателей безопасности; оценка влияния объекта на показатели безопасности; пересмотр политики в области безопасности и контрольных показателей по достижению безопасности. При этом осуществляются сбор подробной информации об объекте, требуемых функциях управления и окружающей среде; определение потенциальных источников

опасностей; получение информации об установленных опасностях; получение информации о текущем состоянии регулирования в области безопасности (на ведомственном, национальном и международном уровнях); рассмотрение опасностей, вызванных взаимодействием с другими объектами (установленными или которые будут установлены), вблизи рассматриваемого объекта.

Этап 2 – «Определение области применения». На этом этапе решаются следующие задачи: оценка информации, накопленной из прошлого опыта в части безопасности; проведение предварительного анализа опасных факторов; разработка программы обеспечения безопасности; определение критериев допустимости риска влияния существующих ограничений инфраструктуры на безопасность. Для этого определяются физический объект, который входит в область применения анализа опасностей и риска; внешние события, которые должны быть учтены при анализе опасностей и рисков; составные части объекта, связанные с опасностями и рисками; типы событий, приводящих к аварии или несчастному случаю (например, отказы компонентов, отказы процедур, человеческие ошибки, зависимые механизмы отказов, которые могут привести к последовательности аварий).

Этап 3 – «Анализ риска». На этом этапе решаются следующие задачи: выявление опасностей и опасных ситуаций; проведение анализа опасных факторов и рисков; ведение журнала учета опасностей; оценка рисков, связанных с этими опасными ситуациями; определение последовательности событий, ведущих к возникновению опасных ситуаций; разработка процесса управления риском. Для этого осуществляются определение приоритетов для всех обоснованно предвидимых опасных ситуаций (работа объекта в обычных условиях; отказ объекта; работа объекта в аварийных условиях; неправильная эксплуатация объекта; взаимодействие объекта с другими; проблемы, связанные с эксплуатацией, техническим обслуживанием и поддержанием объекта в работоспособном состоянии; утилизация объекта; человеческий фактор; охрана труда на производстве; механическое воздействие среды; влияние электрического оборудования и природных явлений, таких как снегопад, наводнение, ураган, дождь, оползни и др.); установление последовательности событий, ведущих к возникновению опасных ситуаций; определение частоты возникновения каждой опасной ситуации; оценка вероятной тяжести последствий каждой опасной ситуации и степени риска для системы со стороны любой опасной ситуации; определение и классификация приемлемости риска, связанного с каждой выявленной опасной ситуацией, если рассматривать риск с точки зрения любого вида противоречия требованиям готовности и расходам на удовлетворение требований жизненного цикла объекта; формирование журнала учета опасностей на базе текущего управления риском. В журнале учета опасностей по-

дробно описывают все опасные события и вызвавшие их причины; вероятные последствия и частоту повторения последовательностей событий, связанных с каждой опасной ситуацией; степень риска всех видов опасных ситуаций; критерии допустимости риска при применении или для исключения риска для каждой опасной ситуации; процесс рассмотрения допустимости риска; процесс рассмотрения эффективности мер по уменьшению риска; процесс составления текущего отчета по риску и аварии; процесс ведения журнала учета опасностей; границы, в которых проводят анализ; предположения, сделанные при проведении анализа; доверительные границы для данных, используемых для анализа; используемые методы, средства и технологии; персонал, участвующий в работе, и его квалификацию.

Этап 4 – «Требования безопасности». На этом этапе решаются следующие задачи: характеристика требований к безопасности объекта железнодорожного транспорта (в целом); описание критериев аттестации безопасности объекта железнодорожного транспорта (в целом) функциональных требований к безопасности объекта железнодорожного транспорта; организация системы безопасности. Для этого осуществляются определение функций безопасности, необходимых для обеспечения требуемой функциональной безопасности, для каждой установленной опасности. Они должны формировать технические требования к функциям безопасности; определение требуемого уменьшения риска для каждого установленного опасного события. Требуемое уменьшение риска может быть определено количественным или качественным методом; указание требований к полноте безопасности, выраженных в требуемом уменьшении риска, для каждой функции безопасности. Они должны составлять технические требования к полноте безопасности; формирование технических требований к безопасности объекта из требований к функциям безопасности и требований к полноте безопасности.

Этап 5 – «Планирование». На этом этапе планируются эксплуатация и техническое обслуживание; приемка по безопасности; установка и ввод в эксплуатацию. Для этого осуществляются подготовка плана, в котором предусматриваются типовые действия, необходимые для поддержания требуемой функциональной безопасности объекта, действия и ограничения, которые необходимы для предотвращения перехода в неустойчивое состояние, уменьшения потребности в объекте либо ослабления последствий опасных событий, документация, которую необходимо вести и в которой должны быть отражены результаты аудита функциональной безопасности и тестирования, документация, которая необходима для сохранения информации об опасных происшествиях и всех происшествиях, которые потенциально приводят к опасному событию, совокупность действий по обслу-

живанию (в отличие от действий по модификации), действия, которые должны быть предприняты в случае возникновения опасных событий, содержание документации, в которой в хронологическом порядке должны быть зарегистрированы действия в период эксплуатации и обслуживания; выполнение стандартных действий по обслуживанию, которые выполняются для обнаружения невыявленных неисправностей, на основе систематического анализа.

При планировании приемки, установки и ввода в эксплуатацию объекта необходимо произвести:

- подробное описание процесса приемки по безопасности объекта;
- определение лиц, осуществляющих приемку по безопасности объекта;
- спецификацию существенных режимов работы объекта, включая подготовку к применению по назначению, установку и настройку; запуск; обучение; автоматический режим; ручной режим; полуавтоматический режим; установившийся режим работы; переустановку; выключение; обслуживание; разумно предсказуемые ненормальные условия;
- спецификацию объектов, которые требуют приемки по безопасности для каждого режима работы составной части объекта до начала ввода в эксплуатацию;
- определение требований к окружающим условиям, при которых должны проходить действия по приемке безопасности объекта;
- обоснование критериев прохождения и непрохождения приемки по безопасности объекта;
- определение политики и процедуры оценки результатов приемки по безопасности объекта, в частности, непрохождения приемки по безопасности объекта.
- разработку плана установки объекта (график установки; лиц, ответственных за различные части установки; процедуры по установке; последовательность, в которой интегрируются различные компоненты; критерии для декларирования готовности к установке всех компонентов, а также критерии для декларирования завершения установки; процедуры по устранению отказов и несовместимости).
- разработку плана по вводу в эксплуатацию объекта (график ввода в эксплуатацию; лиц, ответственных за различные этапы ввода в действие; процедуры по вводу в действие; взаимосвязь с этапами установки; подтверждение соответствия).

Этап 6 – «Проектирование и реализация». На этом этапе решаются следующие задачи: осуществление программы обеспечения безопасности при рассмотрении, анализе, проверке и оценке данных;

обоснование проектных решений по безопасности; контроль выполнения программы обеспечения безопасности; подготовка доказательства безопасности общего назначения. Для этого осуществляются разработка и реализация составных частей, удовлетворяющих требованиям безопасности объекта; подготовка доказательства безопасности объекта общего назначения с целью подтверждения, что спроектированный объект железнодорожного транспорта, независимо от применения, удовлетворяет требованиям безопасности; подготовка доказательства безопасности объекта конкретного назначения, если это необходимо на данном этапе. Доказательство безопасности объекта конкретного назначения должно быть основано на доказательстве безопасности составной части общего назначения с верификацией, что проект объекта и его физическая реализация, включая установку и испытания, при условии определенного класса применения отвечают требованиям безопасности.

Мероприятия в процессе проектирования объекта:

- 1) защита от ошибок оператора;
- 2) защита от саботажа;
- 3) защита от одиночной неисправности дискретных компонентов;
- 4) защита от одиночной неисправности цифровых интегральных схем;
- 5) физическая независимость внутри архитектуры, обеспечивающей безопасность;
- 6) обнаружение одиночных неисправностей;
- 7) сохранение безопасного состояния;
- 8) множественные неисправности;
- 9) обнаружение динамических неисправностей;
- 10) контроль правильности (последовательности) отработки программы обеспечения безопасности;
- 11) меры против электрического пробоя, колебаний напряжения, перенапряжений, снижения напряжения;
- 12) меры против повышения температуры;
- 13) архитектура программного обеспечения;
- 14) защита от систематических неисправностей.

Этап 7 – «Установка и ввод в эксплуатацию». На этом этапе реализуется программа установки, в том числе монтаж и установка всей совокупности составных частей, необходимых для создания завершеного объекта; осуществление мероприятий по поддержанию объекта. Для этого осуществляются выполнение действий по установке в соответствии с планом по установке объекта; документирование процесса установки; ввод в эксплуатацию объекта в соответствии с планом; документирование процесса ввода в эксплуатацию; просмотр и обновление программы обеспечения безопасности после завершения установки объекта с целью обеспечения регистрации ка-

ких-либо изменений в объекте или методике и эффективного управления им; осуществление мероприятий по поддержанию объекта (обучение персонала, представление методов поддержки, обеспечение запасными частями и инструментом).

Этап 8 – «Приемка по безопасности объекта». На этом этапе подтверждается соответствие требованиям к безопасности объекта. Для этого осуществляются выполнение действий по подтверждению соответствия согласно плану приемки по безопасности объекта; все оборудование, для количественных измерений, используемое при действиях по подтверждению соответствия, должно быть калибровано в соответствии с требованиями национальных стандартов или спецификаций поставщика; сбор информации; в случае расхождения между ожидаемыми и фактическими результатами проводится анализ и принимается решение о продолжении действий по подтверждению соответствия или о направлении запроса на внесение изменений и возврате к более ранней стадии подтверждения соответствия; подготовка доказательства безопасности.

Основными способами и мероприятиями верификации и валидации требований безопасности объекта являются:

- 1) контрольные перечни;
- 2) моделирование;
- 3) функциональные испытания системы;
- 4) функциональные испытания в условиях окружающей среды;
- 5) испытания на устойчивость к электрическим разрядам;
- 6) расчет интенсивностей отказов;
- 7) проверка документации;
- 8) проверка соблюдения требований к проекту (разработке) в процессе изготовления;
- 9) испытательное оборудование;
- 10) контроль процесса проектирования (разработки);
- 11) проверка соблюдения требований к проекту (разработке) в процессе монтажа и технического обслуживания;
- 12) демонстрация высокой надежности при эксплуатации.

Этап 9 – «Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт». На данном этапе решаются следующие задачи: текущее техническое обслуживание с целью обеспечения безопасности объекта; текущий мониторинг показателей безопасности объекта и ведение журнала учета опасностей. Для этого осуществляются планирование обслуживания объекта; процедуры, связанные с эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом объекта; документирование в хронологическом порядке действий по эксплуатации, ремонту и обслуживанию объекта; контроль реализации объекта и внедрения технологий эксплуатации и технического обслуживания, особенно в связи с вопросами эффективности системы и расходов на поддержание жизненного

цикла; обеспечение соответствия требованиям безопасности к объекту (регулярный пересмотр и обновление технологий эксплуатации и технического обслуживания; регулярный пересмотр обучающей документации на объект; регулярный пересмотр и обновление журнала учета опасностей и доказательства безопасности; эффективное материально-техническое обеспечение, включая запасные части, инструмент, калибровку, квалифицированный персонал; ведение отчетов об отказах и корректирующих действиях).

Этап 10 – «Модификация и модернизация». На этом этапе рассматривается возможность модификации и модернизации для безопасности объекта. Для этого осуществляются внесение утвержденного запроса в рамках процедур управления функциональной безопасностью объекта для инициации модификации или модернизации; выполнение анализа влияния, включающего оценку влияния предлагаемых изменений на функциональную безопасность объекта или его составные части; разрешение на проведение требуемой модификации или внесение изменений; возврат к соответствующему этапу жизненного цикла безопасности объекта; создание и поддержание в хронологическом порядке документации; модификация и внесение изменений.

Этап 11 – «Вывод из эксплуатации и утилизация». Задачи, решаемые на этом этапе: разработка программы обеспечения безопасности; проведение анализа опасных факторов и оценки риска; реализация программы обеспечения безопасности. Для этого осуществляются анализ влияния предлагаемых действий по выводу из эксплуатации или утилизации на функциональную безопасность объекта; инициация этапа вывода из эксплуатации и утилизацией объекта; разрешение на проведение требуемого вывода из эксплуатации или утилизации объекта; перед выводом из эксплуатации и утилизации объекта подготовка плана прекращения функционирования объекта; демонтаж объекта; возврат к соответствующему этапу жизненного цикла безопасности объекта; создание и в дальнейшем поддержание в хронологическом порядке документации.

Раздел «Организация работ» должен содержать следующую информацию:

- список руководителей (Ф.И.О., контактные данные), ответственных за проведение того или иного вида работ по обеспечению функциональной безопасности объекта;
- требования к количеству и квалификации персонала, необходимого для того или иного вида работ по обеспечению функциональной безопасности объекта;
- организацию взаимодействия с иными структурными подразделениями предприятия, с соисполнителями и заказчиком;

- организацию материально-технического обеспечения проведения работ по обеспечению функциональной безопасности объекта;
- перечень частных программ обеспечения безопасности, разрабатываемых соисполнителями (с указанием сроков) и утверждаемых руководителем разработки;
- порядок контроля выполнения программы обеспечения безопасности.

Ответственность за выполнение всех задач по обеспечению безопасности объекта на каждом этапе жизненного цикла, включая согласование между связанными задачами, должна быть определена и согласована между участниками. Персонал, ответственный за процесс обеспечения безопасности на соответствующих этапах жизненного цикла объекта, должен обладать необходимой компетентностью для выполнения установленных обязанностей, что должно быть доказано. Оценка и документирование компетентности персонала при обеспечении функциональной безопасности объекта, включая технические знания, квалификацию, опыт работы в соответствующей области и необходимую подготовку, в обязательном порядке должны быть осуществлены в соответствии с СТК 1.04.005-2010.

Раздел «Порядок отчетности» должен содержать подробное описание всего информационного сопровождения безопасности в течение жизненного цикла объекта, включая обязательные отчетные материалы о результатах выполнения каждого мероприятия программы обеспечения безопасности; аппаратное обеспечение; программное обеспечение.

В разделе «Порядок корректировки» отражается, что программа обеспечения безопасности может быть пересмотрена и откорректирована с учетом изменений выполняемых мероприятий.

Основания для пересмотра программы обеспечения безопасности:

- выявление новых способов обеспечения безопасности, связанных с совершенствованием технических средств;
- изменение структуры объекта и конструкции его составных частей посредством модификации и модернизации;
- изменение в технологии изготовления составных частей объекта в связи с использованием новых материалов и технических решений;
- неудовлетворительные результаты оценки достигнутого уровня безопасности на предыдущем этапе;
- получение данных об отказах и их характеристиках в процессе испытания объекта.

§ 6.8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ, РИСКАМИ И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

В соответствии с принятой и утвержденной в ОАО «РЖД» *Концепцией управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте* предусматривается формирование информационной системы и разработка инструментальных средств с целью реализации обоснованных управленческих решений.

Информационная технология комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте представляет собой систему поддержки принятия решений, целью которой является помощь лицам, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

Для анализа и выработки предложений в информационной технологии комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла используются разные методы: информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование и др.

Для того чтобы информационная технология комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла стала эффективным инструментом в руководстве компании, необходимо соблюдение следующих требований:

- поддержка стратегического и оперативного уровней управления; например, если речь идет о разработке стратегии, то задача системы – помочь проанализировать все особенности производственно-хозяйственной деятельности компании, выбрать оптимальную стратегию и преобразовать ее в показатели и цели, понятные всем сотрудникам, а затем – помочь в контроле их достижения;
- обеспечение возможности работы руководителей напрямую с информацией без посредников;
- оперативное моделирование и анализ развития ситуации по принципу «что, если» и разработка программы действий для каждого варианта;
- использование ранее накопленного в компании опыта и знаний; например, давать возможность руководителю посмотреть, возникала ли аналогичная ситуация в прошлом, какие тогда были приняты решения и к чему они привели;
- поддержка стадий процесса принятия решения: анализ ситуации, проектирование различных вариантов решения и выбор из них оптимального;

- обеспечение анализа данных, получение отчетности в различных разрезах по всем аспектам деятельности компании для мониторинга и контроля исполнения намеченных планов и их последующей коррекции;
- диверсификация источников, исходных данных, в том числе использование транзакционных информационных систем, где отражаются сведения об основных аспектах производственно-хозяйственной деятельности компании, и работа с неструктурированными данными;
- реализация алгоритмов по расчету показателей надежности и безопасности;
- гибкость и адаптируемость к особенностям деятельности компании, поддержка эволюционного развития и модификации в соответствии с изменяющимися требованиями внутренних и внешних факторов;
- предоставление информации в понятном и удобном для восприятия виде, в том числе с использованием различных таблиц, графиков, мультимедийных средств;
- поддержка индивидуального и группового режимов работы.

Ядром информационной технологии комплексного управления (ИТКУ) надежность, рисками, стоимостью жизненного цикла, без которого ее функционирование невозможно, является хранилище данных (рис. 6.7).



Рис. 6.7. Структура и компоненты информационной технологии комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла

Информация в компании зачастую распределена по различным, не связанным между собой информационным системам. Задача хранилища – собрать эти данные, структурировать их и преобразовать для проведения анализа и обоснования управленческих решений. Основное преимущество хранилища заключается в том, что в нем собирается информация по всем процессам, которые происходят в компании, а не только по отдельным сферам ее деятельности.

На основе информации, которая находится в хранилище данных, выстраивается работа всех других подсистем в рамках информационной технологии комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла, а именно:

- подсистемы автоматизированного расчета показателей надежности и безопасности;
- подсистемы автоматизированного анализа и оценки рисков в производственной деятельности;
- подсистемы поддержки принятия решений по комплексному управлению надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте;
- подсистема формирования выходных отчетов по оценке и планированию производственной деятельности.

Подсистема автоматизированного расчета показателей надежности и безопасности позволяет сформировать корпоративные модели и метрики ключевых показателей надежности и безопасности. С ее помощью достаточно абстрактные стратегические цели компании конкретизируются, переводятся в набор количественных и качественных показателей и привязываются к задачам и действиям подразделений. Подсистема помогает вести мониторинг деятельности компании, моделировать возможные сценарии развития ситуации в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Выделяют три уровня показателей надежности и безопасности:

- целевые – носят стратегический характер, это цели, которые нужно достичь компании в течение 3–5 лет;
- плановые – определяются на один год вперед в результате формирования годового бюджета;
- фактические – рассчитываются по результатам фактической работы компании.

В результате создается своеобразная система координат, по которой можно оценивать все решения и действия в контексте достижения целей компании.

Подсистема автоматизированного анализа и оценки рисков производственной деятельности является одним из основных компонентов информационной технологии комплексного управления ре-

сурсами, рисками и анализа надежности на этапах жизненного цикла технических систем. Подсистема позволяет проанализировать накопленные данные (поддерживаются такие виды анализа, как анализ «что, если», анализ рисков, целевой функции, чувствительности, корреляционно-регрессионный и оптимизационный) и применить к ним математические алгоритмы.

Подсистема используется для поиска скрытых закономерностей и трендов и построения прогнозов. Данный компонент позволяет увидеть неблагоприятные тенденции, которые не заметны и не очевидны на первый взгляд. После их обнаружения и анализа появляется возможность разработать программу действий (мероприятий), которые помогут исправить ситуацию и выполнить планы.

Главное достоинство подсистемы – в развитых возможностях визуализации данных. Вся информация выводится на экран компьютера руководителя в наглядном и удобном для восприятия виде (для этого применяются графические средства и диаграммы, технологии цветовой индикации, «спидометры», «светофоры» и т.д.). Подсистема позволяет не только просматривать агрегированную информацию по всем сферам деятельности компании, но и детализировать ее до необходимого уровня (вплоть до первичных документов), чтобы полностью разобраться в ситуации и принять решения для ее исправления.

Подсистема поддержки принятия решений по комплексному управлению надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла позволяет формировать ресурсное обеспечение действий компании. При планировании подсистема позволяет посмотреть данные по предыдущим годам, выявить тенденции и закономерности и использовать их для формирования бюджета. Другая возможность – применение моделирования, с помощью которого можно составить несколько вариантов плана (например, «оптимистичный», «реалистичный», «пессимистичный»), анализировать и сопоставлять их, а затем в каждый конкретный период выбирать наиболее актуальную версию.

Данная подсистема используется для постоянного мониторинга выполнения планов и бюджетов, достижения зафиксированных значений показателей. Подсистема дает возможность настроить автоматическую подготовку отчетов к заданному времени, их рассылку определенному кругу лиц. Если подсистема видит, что складывается подобная ситуация, то она автоматически рассылает соответствующие оповещения ответственным руководителям и формирует пакет документов и отчетов, которые позволят понять причины отклонений и принять упреждающие меры.

Подсистема формирования выходных отчетов по оценке и планированию производственной деятельности обеспечивает

формирование управленческой и бухгалтерской отчетности в отраслевых и национальных стандартах. Отчеты могут содержать наиболее актуальные данные о состоянии дел – как по отдельным направлениям, так и в масштабах всей компании. Использование в качестве основы для работы подсистемы хранилища данных позволяет проводить анализ «сверху – вниз»; т.е. переходить от неудовлетворительного значения в управленческой отчетности к анализу проблемы (с помощью аналитической отчетности), от проблемных вопросов в аналитическом отчете – к конкретным документам, которые могут объяснить их появление.

Таким образом, комплексная система управления ресурсами, рисками и анализа надежности на этапах жизненного цикла при реализации инновационных проектов позволит рационально использовать ресурсы, привлекаемые для обеспечения безопасности, минимизировать риски снижения эффективности функционирования технических систем железнодорожного транспорта и повысить их надежность за счет своевременного выявления опасных ситуаций и адекватного реагирования на них.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Цели и задачи комплексной системы управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
2. Основные механизмы управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
3. Понятие надежности технической системы с позиций комплексного управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
4. Понятие безопасности технической системы с позиций комплексного управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
5. Система показателей надежности и безопасности в механизме управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
6. Факторы, влияющие на надежность и безопасность железнодорожного транспорта.
7. Человеческий фактор и его влияние на надежность и безопасность технических систем.
8. Характеристика и оценка риска в механизме управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
9. Классификация и характеристика видов риска.
10. Условия возникновения риска.
11. Развитие риска в технических системах.
12. Этапы идентификации опасностей при анализе риска.

13. Типовые категории вероятности или частоты возникновения опасного события.
14. Причины возникновения опасностей при эксплуатации новых технических систем.
15. Уровни тяжести опасных ситуаций и последствий по видам риска.
16. Обеспечение полноты безопасности технической системы.
17. Систематические и случайные отказы при обеспечении безопасности технических систем.
18. Взаимосвязь уровней полноты безопасности и допустимых уровней риска.
19. Жизненный цикл технической системы и механизм обеспечения соблюдения параметров надежности.
20. Цели верификации и валидации показателей надежности технических систем.
21. Разработка стратегии технического обслуживания на принципах минимизации стоимости жизненного цикла.
22. Этапы разработки программы обеспечения безопасности.
23. Разделы программы обеспечения безопасности.
24. Требования к информационным технологиям и инструментальным средствам комплексного управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
25. Структура и компоненты информационной технологии комплексного управления ресурсами, рисками и анализа надежности.
26. Подсистема автономного расчета показателей надежности и безопасности системы.
27. Подсистема автономного анализа и оценки рисков производственной деятельности системы.
28. Подсистемы поддержки принятия решений и формирования отчетов в комплексной системе управления ресурсами, рисками и анализа надежности.

ГЛОССАРИЙ

Анализ стоимости жизненного цикла – определение относительных величин составляющих (элементов) стоимости жизненного цикла, их взаимозависимости и степени воздействия на ее величину.

Аудит – систематическая и независимая проверка с целью определения соответствия технологического процесса, заданного требованиями к изделию, запланированным мероприятиям, а также эффективности его соблюдения и пригодности для достижения поставленных целей.

Безопасность (*safety*) – отсутствие недопустимого риска.

Безопасность производственных процессов – комплекс мероприятий, обеспечивающих исполнение законодательства Российской Федерации по вопросам охраны труда, промышленной, пожарной, экологической безопасности, а также предупреждения травматизма на объектах инфраструктуры.

Валидация (*validation*) – подтверждение соответствия требованиям путем испытаний и представления объективных свидетельств, выполнения конкретных требований к предусмотренному конкретному использованию.

Верификация (*verification*) – подтверждение выполнения требований путем исследования и сбора объективных свидетельств.

Вид отказа – прогнозируемые или наблюдаемые последствия отказа на установленном элементе в зависимости с условиями эксплуатации во время отказа.

Восстановление (*restoration*) – событие, заключающееся в том, что после неисправности объект вновь становится способным выполнять требуемую функцию.

Время простоя – интервал времени, в течение которого объект находится в неработоспособном состоянии по внутренним причинам.

Внутренняя норма доходности (внутренняя норма рентабельности, *IRR – Internal Rate of Return*) – норма дисконта, при которой чистый дисконтированный доход при реализации инвестиционного проекта равен нулю.

Гамма-процентный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах.

Готовность – свойство объекта быть в состоянии выполнять требуемую функцию при заданных условиях в данный момент времени или в течение заданного интервала времени при условии обеспечения необходимыми внешними ресурсами.

Денежный поток (CF – Cash Flow) – разность между притоком и оттоком денежных средств за определенный период.

Дисконтирование денежных потоков – процедура приведения разновременных значений денежного потока к их ценности на определенный момент времени.

Доказательство безопасности – документ, содержащий совокупность доказательств о соответствии технической системы железнодорожного транспорта требованиям функциональной безопасности.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Допустимый риск – максимальный уровень риска для изделия, который приемлем для административного органа железной дороги.

Железнодорожная инфраструктура – технологический комплекс служб обеспечения перевозочного процесса. 1. Перевозочный процесс включает технологически и организационно взаимосвязанные операции по подготовке железнодорожного подвижного состава к перевозкам, по выполнению и завершению перевозок. 2. К объектам железнодорожной инфраструктуры относятся железнодорожные пути общего пользования, станции, устройства электроснабжения, сигнализации, централизации, блокировки, связи, передачи и обработки информации, управления движением поездов, а также здания, сооружения и оборудование вспомогательного назначения.

Железнодорожный подвижной состав – транспортные средства, предназначенные для обеспечения железнодорожных грузовых и пассажирских перевозок и функционирования железнодорожной инфраструктуры. Железнодорожный подвижной состав включает локомотивы, вагоны, моторвагонный подвижной состав и специальный железнодорожный подвижной состав.

Жизненный цикл – совокупность процессов создания, эксплуатации, ремонта и утилизации единицы подвижного состава или сложной технической системы железнодорожного транспорта.

Жизненный цикл безопасности объекта железнодорожного транспорта – дополнительный перечень мероприятий, осуществляемых в сочетании с жизненным циклом объекта для объектов, связанных с безопасностью.

Жизненный цикл научно-технического проекта – период времени от предпроектных исследований до прекращения научно-технического проекта.

Жизненный цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ – период времени от предпроектных исследований до прекращения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Жизненный цикл технической системы железнодорожного транспорта – перечень мероприятий, происходящих в течение периода времени, который начинается с этапа создания концепции технической системы и заканчивается после этапа ее эксплуатации и утилизации.

Жизненный цикл системы – деятельность, возникающая в течение периода времени, который начинается с момента возникновения системы и заканчивается, когда система больше уже не используется, выводится из эксплуатации и утилизируется.

Журнал учета опасностей – документ, в котором регистрируются все действия по управлению безопасностью (обеспечению безопасности), выявленные опасности, ответственные лица, принятые и утвержденные решения или же указываются ссылки на связанные с этим процессом документы.

Зависимый отказ – отказ из-за совокупности событий, вероятность которых не может быть выражена простым произведением безусловных вероятностей отдельных событий.

Изготовитель (производитель) – организация независимо от ее организационно-правовой формы, а также индивидуальный предприниматель, производящие продукцию для реализации заказчику (потребителям).

Инвестиционный проект – экономически обоснованный комплекс действий по формированию (модернизации, реконструкции) активов, реализация которого направлена на решение инвестиционной задачи. Инвестиционный проект может включать несколько связанных подпроектов, направленных на решение единой целевой инвестиционной задачи.

Инновации – новые или значительно усовершенствованные продукты, новые или значительно усовершенствованные услуги или методы их производства (передачи), новые или значительно усовершенствованные производственные процессы, новые или значительно улучшенные методы маркетинга, организационные и управленческие методы.

Инновационная деятельность – выполнение работ и (или) оказание услуг, направленных на создание и организацию производства принципиально новой или с новыми потребительскими свойствами продукции (товаров, работ, услуг); создание и применение новых или модернизация существующих способов (технологий) ее производства, распространения и использования; применение структурных, финансово-экономических, кадровых, информационных и иных инноваций (нововведений) при выпуске и сбыте продукции (товаров, работ, услуг), обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для такой экономии.

Инновационная продукция – конкурентоспособный результат инновационной деятельности (товары, работы, услуги), предназначенный для реализации.

Инновационный продукт – результат научной, научно-технической и (или) интеллектуальной деятельности в виде технической (технологической, конструкторской, проектной) документации; проекта нормативно-методического документа; экспертного заключения; концепции; прогноза (оценки) ресурсов; программного продукта; баз данных; результатов патентных исследований; результатов промышленного испытания; результатов авторского надзора; изобретения; ноу-хау, охраняемого в режиме коммерческой тайны, и др.

Инновационный проект – экономически обоснованный комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, направленных на решение целевой задачи.

Интенсивность отказов – условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник.

Инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования – технологический комплекс, включающий железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы, систему управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование.

Контроллинг – система управления компанией, направленная на координацию взаимодействия структурных подразделений, их работников и руководителей, основанная на механизме перманентной оценки всех видов деятельности с точки зрения своевременного и качественного выполнения плановых заданий для выявления отклонений и принятия обоснованных управленческих решений по достижению заданных стратегических целей.

Компонент – составная часть, рассматриваемая на самом низком уровне анализа объекта.

Критерий предельного состояния – признак или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленные нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией.

Критичность отказа – совокупность признаков, характеризующих последствия отказа.

Материально-техническое обеспечение – совокупность средств, предназначенных для эксплуатации и поддержания системы на заданном уровне готовности с учетом затрат в течение жизненного цикла.

Модель стоимости жизненного цикла – упрощенное представление структуры и алгоритма поэтапного формирования стоимости жизненного цикла единицы подвижного состава или сложной технической системы.

Модернизация подвижного состава – комплекс работ, проводимых с целью улучшения отдельных характеристик и показателей качества подвижного состава путем ограниченного изменения конструкции.

Мониторинг стоимости жизненного цикла – текущий учет и калькуляция затрат на владение (эксплуатацию) единицей (парком) подвижного состава или сложной технической системой. Мониторинг стоимости жизненного цикла заключается в поэтапном учете и анализе фактических трудовых и финансовых затрат (по этапам жизненного цикла) на эксплуатацию, ремонт, модернизацию и утилизацию единицы подвижного состава или сложной технической системы.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Назначенный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния.

Наукоёмкие высокотехнологичные отрасли (производства) – отрасли, сферы или виды экономической деятельности, результатом которой является продукция (товары, работы, услуги) со значительной добавленной стоимостью, полученной за счет применения достижений науки, технологий и техники, характеризующаяся высокой долей внутренних затрат на исследования и разработки в стоимостном объеме производства такой продукции.

Научно-исследовательская работа – комплекс теоретических и (или) экспериментальных исследований, проводимых с целью получения обоснованных исходных данных, изыскания принципов и путей для создания (модернизации) продукции и технологий.

Научно-техническая деятельность – деятельность, направленная на получение, применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, обеспечения функционирования науки, техники и производства как единой системы.

Научно-техническая продукция – научный и (или) научно-технический результат, в том числе результат интеллектуальной деятельности, предназначенный для реализации.

Неопределенность – неполнота и (или) неточность информации об условиях реализации мероприятия (проекта), осуществляемых затратах и достигаемых результатах.

Неплановый ремонт – техническое обслуживание и ремонт, проводимые после обнаружения неисправности с целью возвращения объекта в состояние, в котором он способен выполнять требуемую функцию.

Объект железнодорожного транспорта – любая самостоятельная единица железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава, обеспечивающая выполнение требуемой функции в рамках перевозочного процесса.

Опасность (hazard) – потенциальный источник возникновения ущерба.

Опытно-конструкторская работа – комплекс работ, выполняемых для разработки конструкторской документации на изделие, включая изготовление и приемочные испытания опытных образцов (опытных партий), документации, регламентирующей их применение в технологических процессах, а также для разработки технической документации на вещества, материалы и т.п., включая их испытания.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Отказоустойчивость – понятие, реализуемое при разработке объекта, направленное на то, чтобы в случае отказа объект переходил в безопасное состояние или оставался в нем.

Отказ по общей причине – отказ, являющийся результатом события или событий, который является причиной совпадения состояний неисправности двух или более компонентов, ведущий к отказу системы при выполнении заданной функции.

Отток денежных средств – инвестиции и текущие затраты, связанные с получением и использованием результатов научно-технической работы.

Паспорт инновационного проекта – документ, определяющий цели и задачи проекта, способы его реализации, используемые при этом технические и технологические решения, планируемые результаты и экономические эффекты, объемы внедрения и организационную структуру проекта.

Паспорт проекта – документ, создаваемый при запуске проекта и определяющий цели, целевые показатели проекта и состав основных участников управления проектом.

План обеспечения безопасности – документированный перечень запланированных по времени мероприятий, ресурсов и событий, направленных на внедрение организационной структуры, сфер ответственности, методик, мероприятий, мощностей и ресурсов, которые совместно будут способствовать тому, чтобы объект удовлетворял данным требованиям безопасности, относящимся к данному договору или проекту

Показатель безопасности – количественная характеристика свойства безопасности объекта.

Полнота безопасности – способность объекта, связанного с безопасностью, выполнять предъявленные функциональные и нормативные требования, требуемые функции безопасности при данных условиях эксплуатации в заданный период времени.

Правила технического обслуживания и ремонта – описание взаимных связей между эшелонами и уровнями технического обслуживания и ремонта и уровнями разукрупнения для технического обслуживания и ремонта объекта.

Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Предупредительное техническое обслуживание – техническое обслуживание и ремонт, проводимые в заранее установленные интервалы времени или согласно установленным критериям с целью уменьшения вероятности отказа или ухудшения функционирования объекта.

Приток денежных средств – общая сумма поступлений денежных средств от использования результатов научно-технической работы.

Причина отказа – обстоятельства в ходе проектирования, производства или использования объекта, которые привели к отказу.

Повышение безотказности – процесс прогрессирующего улучшения показателя безотказности объекта со временем.

Программа внедрения результатов инновационного проекта – комплекс технических, экономических и организационных мероприятий, приводящих к созданию и использованию инновационного продукта.

Программа обеспечения функциональной безопасности (ПОБ) – документированный перечень запланированных по времени мероприятий, ресурсов и событий, направленных на внедрение организационной структуры, распределения ответственности, процедур, мероприятий, методик и ресурсов, которые совместно будут способствовать тому, что объект будет удовлетворять требованиям безопасности, заданным в договоре или проекте.

Продолжительность жизненного цикла – период времени между выработкой концепции изделия и его изъятием из обращения. Продолжительность жизненного цикла изделия как товара – период времени от вывода изделия на рынок (момента продажи) до исключения его из эксплуатации (ликвидации). Продолжительностью жизненного цикла подвижного состава и сложных технических систем, как правило, считается срок их службы.

Проектно-ориентированное управление (*Management by Projects*) – управленческий подход, при котором отдельно взятые заказы и задания, решаемые в рамках деятельности организации, рассматриваются как отдельные проекты, к которым применяются принципы и методы управления проектами.

Проектный офис по реализации инвестиционного проекта (проектный офис) – группа работников компании и внешних исполнителей, не являющихся ее работниками, созданная на время реализации проекта, обеспечивающая функцию поддержки управления, анализа и контроля хода реализации проекта.

Профиль стоимости жизненного цикла – графическое или табличное представление, изображающее распределение стоимости (затрат) на протяжении жизненного цикла (или его части).

Процесс обеспечения безопасности – последовательность процедур, осуществляемых с целью идентификации и обеспечения выполнения всех требований безопасности к объекту.

Разновременность – явление, характеризующееся не мгновенным (одномоментным), а распределенным во времени осуществлением затрат, получением результатов или эффектов.

Расчетный период – период времени (количество лет), на протяжении которого осуществляется расчет инвестиционного (инновационного) проекта. При сравнении двух или более технических средств с разной продолжительностью жизненного цикла (разными сроками службы) в качестве расчетного принимают одинаковый для всех вариантов период времени в целях обеспечения сопоставимости результатов.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению изделий или их составных частей.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Ремонтный цикл – период времени или пробег единицы тягового подвижного состава, в течение которых она подвергается выполняемым с нормативной периодичностью плановым ремонтам всех регламентированных для нее видов.

Риск – вероятность возникновения опасной ситуации, являющейся причиной ущерба, и размер данного ущерба.

Систематический отказ – отказ, однозначно вызванный определенной причиной, которая может быть устранена только модификацией проекта или производственного процесса, правил эксплуатации и документации. 1. Систематический отказ может быть воспроизведен путем преднамеренного создания тех же самых условий, например, с целью определения причины отказа. 2. Систематический отказ является результатом систематической неисправности.

Сложная техническая система (СТС) – составной объект (техническая система). СТС состоит из элементов (составных частей, различающихся свойствами, проявляющимися при взаимодействии), объединенных связями (линиями передачи единиц или потоков чего-либо) и вступающих в определенные отношения (условия и способы реализации свойств элементов) между собой и внешней средой, чтобы осуществлять процесс (последовательность действий для изменения или поддержания состояния) и выполнить функцию СТС (цель, назначение, роль).

Соответствие – свидетельство того, что параметры или свойства изделия отвечают установленным требованиям.

Составная часть – рассматриваемая часть объекта. Составную часть можно рассматривать как самостоятельный объект.

Спецификация – формализованное представление требований, предъявляемых к объекту, которые должны быть удовлетворены при его разработке, а также описание задач, условий и эффекта действия без указания способа его достижения.

Срок окупаемости (PP – Payback Period) – продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости – наиболее раннего момента времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый дисконтированный доход становится и остается положительным.

Срок службы – полная календарная продолжительность эксплуатации единицы подвижного состава или сложной технической системы до ее исключения из состава основных фондов компании. Различают следующие виды срока службы: назначенный – срок службы, принятый согласно техническим условиям на поставку технического средства, по достижении которого его эксплуатация должна быть прекращена вне зависимости от состояния; расчетный – принятый для прогнозирования стоимости жизненного цикла, экономически оптимальный и фактически реализованный.

Стоимость жизненного цикла технической системы (цена потребления) – совокупные издержки потребителя на приобретение и использование технической системы за срок ее службы.

Ставка дисконтирования (норма дисконта) – основной экономический норматив, применяемый при дисконтировании денежных потоков, отражающий альтернативную стоимость используемых ресурсов в год.

Структура стоимости жизненного цикла – классификация (элементов) стоимости жизненного цикла по составляющим с целью получения общей структуры стоимости жизненного цикла.

Технико-технологическое развитие – процесс формирования и совершенствования технических средств и технологий за счет освоения новых форм и методов организации производственного процесса, модернизации оборудования, технического перевооружения, реконструкции, нового строительства, ориентированный на достижение целевых показателей основных видов деятельности компании.

Технические требования к безопасности – спецификация, содержащая все требования к функциям безопасности, которые должны быть выполнены системами, связанными с безопасностью.

Технический аудит результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ – внутренняя проверка результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, выполняемых по плану научно-технических работ компании, на соответствие установленным в государственных стандартах, стандартах организации, техническом задании требованиям к инновационному продукту.

Технологическая работа – разработка новых и корректировка существующих технологических процессов.

Технологический уклад – этап развития социально-экономической системы, характеризующийся единым техническим уровнем составляющих его производств, связанных вертикальными и горизонтальными потоками однородных ресурсов, опирающихся на существующий уровень квалифицированной рабочей силы, имеющийся научно-технический потенциал, используемые технологии и пр.

Техническое обслуживание и ремонт – совокупность всех технических и организационных действий, включая технический надзор, направленных на поддержание или возвращение объекта в состояние, в котором он способен выполнять требуемую функцию.

Технология – результат научно-технической деятельности, предназначенный для использования и реализации, который включает в том или ином сочетании изобретения, полезные модели, промышленные образцы и другие объекты, подлежащие правовой охране, а также технические данные и другую информацию.

Транспортный маркетинг – это система организации и управления производственно-сбытовой деятельностью транспортных, экспедиторских и операторских компаний и фирм по оказанию транспортных услуг пользователям транспорта на основе комплексного изучения транспортного рынка и спроса потребителей на транспортную продукцию в целях создания наилучших условий ее реализации.

Управление безопасностью – структура административного управления, обеспечивающая правильность реализации процесса обеспечения безопасности.

Уровень полноты безопасности (УПБ) – один из заданных дискретных уровней для определения требований полноты безопасности к функциям по безопасности, которые назначаются системам безопасности. УПБ при максимальном значении имеет максимальную степень полноты безопасности.

Функциональная безопасность – свойство объекта, связанного с безопасностью, удовлетворительно выполнять требуемые функции безопасности при всех предусмотренных условиях в течение заданного периода времени.

Функция безопасности – функция, реализуемая объектом или его составными частями, которая предназначена для достижения или поддержания безопасного состояния по отношению к конкретному опасному событию.

Целевая задача инновационного проекта – разработка инновационного продукта, обеспечивающего увеличение прибыли и повышение конкурентоспособности компании.

Целевые показатели – измеримые характеристики результатов проекта, определяющие достижение целей проекта.

Цена безразличия (цена верхнего предела) – цена новой техники, при которой потребитель не получает выигрыша в стоимости ее жизненного цикла по сравнению с базовой (заменяемой) техникой, то есть это такая цена, превышение которой делает экономически нецелесообразным ее приобретение и использование.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД, интегральный эффект, NPV – Net Present Value) – накопленный дисконтированный эффект за расчетный период; превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учетом неравноценности эффектов (а также затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени.

Эксперт – представитель департамента, управления, структурного подразделения или филиала компании, сторонняя организация или внешний исполнитель, не являющийся ее работником, уполномоченный осуществлять экспертизу решений по инвестиционному проекту, выявление и анализ возможных отклонений в ходе проекта и их влияние на достижение целевых показателей проекта.

Элемент стоимости жизненного цикла – любая из составляющих затрат, совокупность которых представляет полную стоимость жизненного цикла технического средства.

Эффективность использования результатов научно-технической работы – категория, отражающая соответствие научно-технической работы целям и интересам компании, характеризующая рациональность использования производственных ресурсов и свидетельствующая о целесообразности ее реализации.

ALARP – риск настолько низкий, насколько это практически возможно.

FMEA – анализ характера и последствий отказов.

FMECA – анализ характера, последствий и критичности отказов.

FTA – анализ дерева неисправностей, анализ блок-схемы отказа.

GAMAB – в целом, по крайней мере, такой же.

ССА – анализ причин и последствий.

HAZOP – изучение опасности и действительности.

MEM – минимальная эндогенная смертность.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Агарков С. А., Кузнецова Е. С., Грязнова М. О.* Инновационный менеджмент и государственная инновационная политика. – М.: Академия Естествознания, 2011.
2. *Аксёненко Н. Е., Липидус Б. М., Мишарин А. С.* Железные дороги России: От реформы к реформе. – М.: Транспорт, 2001.
3. *Анисимов С. Н.* Управление проектами: Российский опыт. – М.: Вектор, 2006.
4. *Бланк И. А.* Основы финансового менеджмента. Т. 1. – К.: Ника-Центр, Эльга, 2001.
5. *Бубнова Г. В.* Модели управления маркетингом грузовых перевозок: Монография. – М.: Маршрут, 2003.
6. *Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Орлова Е. Р., Смоляк С. А.* Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. – М.: Дело, 2001.
7. *Волков Б. А.* Экономическая эффективность инвестиций на железнодорожном транспорте в условиях рынка. – М.: Транспорт, 1996.
8. *Единая транспортная система/ Под ред. В. Г. Галабурды.* – М.: Транспорт, 1996.
9. *Инновационный менеджмент/ Под ред. С. Д. Ильенковой.* – М.: ЮНИТИ, 2000.
10. *Инновационный менеджмент: Учебник/ Под ред. В. А. Швандара, В. Я. Горфинкеля.* – М.: Вузовский учебник, 2006.
11. *Ковалев В. В.* Введение в финансовый менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2006.
12. *Колчин А. Ф., Овсянников М. В., Стрекалов А. Ф., Сумароков С. В.* Управление жизненным циклом продукции – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.
13. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 г. № 1662-р. // Официальный сайт компании «Консультант плюс». – www.consultant.ru.
14. Концепция комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте (редакция 1.1), утвержденная ОАО «РЖД» 31.07.2010 г.
15. *Липидус Б. М.* Экономические проблемы управления железнодорожным транспортом России в период становления рыночных отношений: Системный анализ. – М.: Издательство МГУ, 2000.
16. *Лукашев В. И.* Научно-технический прогресс и экономическая эффективность транспортного производства: Макроэкономическая оценка. – М.: Интекст, 2003.
17. *Математические основы управления проектами / С. А. Баркалов, В. И. Воропаев, Г. И. Секлетова и др./ Под ред. В. Н. Буркова.* – М.: Высшая школа, 2005.
18. *Межох З. П.* Экономическая безопасность железнодорожного транспорта: Учебник. – М.: Маршрут, 2005.
19. Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта, утвержденная Распоряжением Президента ОАО «РЖД» В. И. Якуниным № 2459 от 27.12.2007 г.
20. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров и др. – М.: Экономика, 2000.
21. Оценка бизнеса / Под ред. А. Г. Грязновой, М. А. Федотовой. – М.: Финансы и статистика, 2004.
22. *Петрушин С. И.* Техноэкономика. Оптимизация жизненного цикла изделий машиностроения. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010.
23. *Подсорин В. А.* Экономическая оценка инвестиций: Учебное пособие. – М.: МИИТ, 2011.
24. *Подсорин В. А.* Экономическая оценка капитализации транспортной компании. – М.: МИИТ, 2007.
25. Положение по бухгалтерскому учету «Учет основных средств ПБУ 6/01, утвержденное приказом Минфина РФ от 30 марта 2001 г. № 26н. // Официальный сайт компании «Консультант плюс». – www.consultant.ru.
26. Поручение Президента Российской Федерации от 04.01.2010 г. № Пр-22 «Положение о порядке мониторинга разработки и реализации программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных учреждений // Официальный сайт компании «Консультант плюс». – www.consultant.ru.
27. Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте. Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 18.05.2001 г. № 384 // Официальный сайт ОАО «РЖД». – www.rzd.ru.
28. Распоряжение правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г.» // Официальный сайт ОАО «РЖД». – www.rzd.ru.
29. Расходы инфраструктуры железнодорожного транспорта: Учебное пособие / Н. П. Терешина, Н. Г. Смехова и др. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2010.
30. *Резер С. М.* Логистика экспедирования грузовых перевозок. – М.: ВИНТИ РАН, 2002.
31. *Соболев В. Ф.* Моделирование и оптимизация в управлении: Полный жизненный цикл 2000.
32. Стратегическое развитие железнодорожного транспорта в России / Б. М. Липидус, Д. А. Мачерет, Ю. В. Елизарьев, Ф. С. Пехтерев, В. А. Максимушкин; Под ред. Б. М. Липидуса. – М.: МЦЭФР, 2008. – (Приложение к журналу «Экономика железных дорог», 2008).
33. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 г. (актуализированная редакция «Белой книги» ОАО «РЖД») // Официальный сайт ОАО «РЖД». – www.rzd.ru.
34. *Терешина Н. П.* Демонполизация, дерегулирование и конкурентоспособность железнодорожного транспорта России. – М.: МИИТ, 2009.

35. Терешина Н. П. Экономическое регулирование и конкурентоспособность перевозок. – М.: ЦНТБ МПС РФ, 1994.
36. Терешина Н. П., Сорокина А. В. Эффективность корпоративного управления на железнодорожном транспорте. Учебное пособие. – М., 2009.
37. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11.2008 г. № 1734-р // Официальный сайт ОАО «РЖД». – www.rzd.ru.
38. Транспортный маркетинг: Учебник / Под ред. В. Г. Галабурды. – М.: Маршрут, 2006.
39. Фатхутдинов Р. А. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2008.
40. Широкова Г. В. Жизненный цикл организаций: Концепции и российская практика. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2008.
41. Шурина Л. В. Оценка экономико-технологического потенциала железнодорожного транспорта при формировании конкурентной стратегии. – М.: РГОТУПС, 2003.
42. Экономика железнодорожного строительства и путевого хозяйства/ Под ред. Б. А. Волкова, В. Я. Шульги. – М.: Маршрут, 2003.
43. Экономика железнодорожного транспорта: Учебник / Н. П. Терешина, В. Г. Галабурда, В. А. Токарев и др.; Под ред. Н. П. Терешиной, Б. М. Лapidуса. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2011.
44. Экономика железнодорожного транспорта: Электронный учебник / Н. П. Терешина, В. Г. Галабурда, М. Ф. Трихунков и др.; Под ред. Н. П. Терешиной, Б. М. Лapidуса, М. Ф. Трихункова. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2006.

Приложение 1. Жизненный цикл организации

Таблица П.1.1

**Характеристики стадий основных моделей жизненного цикла организации
(Широкова Г. В. Жизненный цикл организаций:
Концепции и российская практика. – СПб., 2007)**

Модель/природа стадий	Ситуационные и структурные переменные	Стадии модели
Адизес [Adizes, 1999]: «Организации имеют жизненные циклы, так же как и живые организмы; они проходят через нормальные трудности и проблемы, которые сопровождают каждую стадию организационного жизненного цикла, и сталкиваются с переходными проблемами при движении на следующую фазу развития. Организации учатся решать эти проблемы самостоятельно или они развиваются в ненормальные «болезни», которые приводят в тупик — проблемы, которые обычно не могут быть решены без внешнего профессионального вмешательства»	Возраст, размер, нормальные проблемы и проблемы перехода Структурная форма, формализация политик и процедур, необходимые лидерские характеристики, разнообразие, сложность	Выхаживание. Младенчество. «Давай-давай». Юность. Расцвет. Поздний расцвет. Аристократизм. Салем. Сити. Бюрократизация. Смерть
Черчилл и Левис [Churchill, Lewis, 1983]: «Структура... описывает пять стадий развития. Каждая стадия характеризуется показателями размера, разнообразия и сложности и описывается пятью факторами менеджмента: стилем управления, организационной структурой, развитостью формальных систем, главными стратегическими целями и вовлеченностью владельцев в бизнес»	Возраст, размер, темп роста, главные стратегии. Стиль менеджмента, организация (форма и уровни), развитие формальных систем, отношение владельца к бизнесу	Существование. Выживание. Успех-освобождение. Успех-рост. Взлет. Ресурсная зрелость
Фламхольц [Flamholtz, 1986]: «Структура организационного развития... включает шесть зон или задач организационного развития, являющихся критичными в определении того, будет ли организация успешной на каждой определенной стадии роста... Чем больше несоответствие между размером организации и развитием ее операционных систем, тем больше вероятность того, что фирма столкнется с жестокими приступами болезни роста»	Возраст, размер, темп роста, критичные задачи развития. Организация, формализация планирования, контроля, бюджетирования, операционных и управленческих систем, лидерство, принятие решений	Новое предприятие. Расширение. Профессионализация. Консолидация. Диверсификация. Интеграция. Упадок
Гэлбрайт [Galbraith, 1982]: «Стадия развития и бизнес-идея определяют основную задачу, подлежащую выполнению. Для различных задач требуются различные структуры, процессы принятия решений, системы вознаграждения и люди... Все эти параметры являются взаимосвязанными»	Возраст, размер, темп роста, задачи. Структурная форма, люди (специализация), система вознаграждения, процессы (формализация), централизация, стиль лидерства	Испытание прототипа. Производственная модель. Подъем/ наращивание Производства. Натуральный рост. Стратегическое развитие

Продолжение табл.П.1.1

Модель/природа стадий	Ситуационные и структурные переменные	Стадии модели
Грейнер [Greiner, 1972]: «...Растущая организация движется через пять различных фаз развития, каждая из которых содержит относительно спокойный период роста, который заканчивается управленческим кризисом... Каждый эволюционный период характеризуется доминирующим стилем управления, используемым для обеспечения роста, в то время как каждый революционный период характеризуется доминирующей проблемой управления, которая должна быть решена до того, как рост может быть продолжен»	Возраст, размер, темп роста отрасли, этапы эволюции, этапы революции. Организационная структура, менеджмента, система контроля, акцент в вознаграждении менеджмента	<i>Креативность.</i> <i>Директивное руководство.</i> <i>Делегирование.</i> <i>Координация.</i> <i>Сотрудничество</i>
Казаньян [Kazanjian, 1988]: «Менеджеры этих основанных на технологиях предприятий сталкивались со стратегическими операционными проблемами, начиная со времени концептуализации продукта и до самой организационной зрелости. Далее некоторые из этих проблем становились более доминирующими, чем другие, и это позволяет сделать вывод, что существует некая последовательная модель доминирования»	Возраст, размер, темп роста, доминирующие проблемы менеджмента. Структурная форма, формализация, централизация	<i>Концептуализация и развитие.</i> <i>Коммерциализация.</i> <i>Рост.</i> <i>Стабилизация</i>
Миллер и Фризен [Miller, Friesen, 1984]: «Обзор современной литературы по корпоративным жизненным циклам обнаруживает пять общих стадий; рождение, рост, зрелость, возрождение и разрушение. Теоретики предсказали, что каждая стадия будет демонстрировать определенные различия между организационными переменными: стратегия и структура, методы принятия решений; такой организационный рост и нарастающее усложнение окружающей среды будет сопровождать каждую стадию проявлением определенных значительных отличий от всех других стадий...»	Возраст, число сотрудников, рост продаж, размер, концентрация собственности, влияние стейкхолдеров, динамика окружающей среды, стратегия. Формальный контроль, внутренние коммуникации, централизация власти, ресурсные возможности, дифференциация, стиль принятия решений (всего 13 измерений)	<i>Рождение.</i> <i>Рост.</i> <i>Зрелость.</i> <i>Возрождение.</i> <i>Упадок</i>
Куинн и Камерон [Quinn, Cameron, 1983]: «Изменения, происходящие в организациях, следуют предсказуемой модели, которую можно представить в виде стадий развития. Эти стадии характеризуются: • природной последовательностью, • проявлением иерархического прогресса, являющегося труднообратимым, • охватывающей широкий спектр организационной деятельностью и структурой»	Возраст, размер, критерии организационной эффективности. Структурная форма, формализация, централизация, лидерство, культура	<i>Предпринимательство.</i> <i>Комлективность.</i> <i>Формализация.</i> <i>Разработка структуры</i>
Скотт и Брюс [Scott, Bruce, 1987]: «В ходе своего развития малый бизнес проходит через пять стадий роста, каждая из которых имеет свои собственные отличительные характеристики. Поскольку переход от одной стадии к другой требует перемен, он будет сопровождаться тем или иным кризисом. Кризис имеет тенденцию вносить раскол, и проблемы перемен могут быть минимизированы, если менеджеры более проактивны, нежели реактивны»	Возраст, размер, темп роста, стадия развития отрасли, ключевые проблемы. Форма структуры, формализация системы контроля, стиль топ-менеджмента	<i>Начало.</i> <i>Выживание.</i> <i>Рост.</i> <i>Расширение.</i> <i>Зрелость</i>

Окончание табл.П.1.1

Модель/природа стадий	Ситуационные и структурные переменные	Стадии модели
Смит, Митчелл и Саммер [Smith, Mitchell, Summer, 1985]: «Модели и стадии жизненного цикла предполагают, что в процессе организационного развития имеются определенные правила, и эти правила проявляются таким образом, что процессы развития организации приводят сами себя к сегментации на стадии или промежутки времени»	Возраст, размер (продажи), размер (сотрудники), темпы роста, приоритеты топ-менеджмента. Форма структуры, система вознаграждения, централизация, взаимодействие топ-менеджмента	<i>Начало.</i> <i>Быстрый рост.</i> <i>Зрелость</i>
Торберт [Torbert, 1974]: «Организация развивается по мере того, как ее члены становятся более опытными в осознании факторов, причин и движущих сил развития и выработывают навыки, необходимые для повышения личной и межличностной эффективности»	Возраст, размер (сотрудники), структура. Методы принятия решений, принципы менеджмента, уровень информатизации, индивидуальные «менталитеты» членов организации	<i>Стадия фантазий.</i> <i>Стадия инвестиций.</i> <i>Стадия определений.</i> <i>Стадия предопределения производительности.</i> <i>Стадия свободного выбора структуры.</i> <i>Стадия базовой общности.</i> <i>Стадия либеральных порядков</i>
Липпигт, Шмидт [Lippitt-Schmidt, 1967]: «В жизненном цикле организация проходит через последовательность стадий роста, и каждый очередной кризис или ситуация требует специфического управления или реакции, необходимых для перехода к следующей стадии»	Возраст, фокус управления, приоритеты разных групп интересов, кризисы и наличие конфронтации. Структура, формализация управления	<i>Рождение.</i> <i>Юность.</i> <i>Зрелость</i>
Шейн [Schein, 1985]: «Проблемы культуры отличаются в разных ситуациях и на разных стадиях. Вид необходимых изменений культуры зависит не только от стадии развития организации, но и от того, насколько организация является «размороженной» и готова к изменениям»	Функции культуры, поколение управления, сложность, размер. Стиль управления, состав топ-менеджмента	<i>Рождение, или ранний рост.</i> <i>Середина жизни организации.</i> <i>Организационная зрелость</i>
Хэнкс и др. [Hanks et al., 1993]: «Стадия жизненного цикла определяется уникальной конфигурацией переменных, связанных с организационным контекстом и структурой»	Возраст, размер, темп роста, структура, степень формализации и централизации, специализация	<i>Возникновение.</i> <i>Коммерциализация.</i> <i>Рост.</i> <i>Зрелость</i>
Лестер, Парнелл, Каррагер [Lester, Pamell, Carraher, 2003]: «Знание существующего положения организации или стадии развития может помочь топ-менеджерам в понимании взаимоотношений между организационным жизненным циклом, конкурентоспособной стратегией и результатами деятельности»	Возраст, размер, власть, процесс обработки информации, тип организационной структуры	<i>Существование.</i> <i>Выживание.</i> <i>Успех.</i> <i>Возрождение.</i> <i>Упадок</i>

Основные технические параметры сравниваемых локомотивов

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя для тепловозов	
			2ТЭ116	2ТЭ25
Мощность номинальная	л.с.	N	2х3060	2х3400
Конструкционная скорость	км/ч	V _к	100	120
Сила тяги длительного режима	тс		52	79,6
Скорость длительного режима	км/ч	V _{дл}	24	18,5
Передача			Электрическая переменного тока	Электрическая переменного тока
Масса локомотива	тс	т	2х138 ^{±3%}	2х138 ^{±3%}
Тип дизель-генератора			1А-9ДГ	21-26ДГ
Удельный расход топлива в режиме номинальной мощности	г/кВт·ч	g _e	198 ^{±9,9}	195 ^{±9,75}
Расход топлива на х/ходу	кг/ч	V _{вх}	14	11
Относительный суммарный расход масла дизеля, % от расхода топлива, не более	%	V _м	1,9	0,75
Периодичность технического обслуживания и ремонтов:	тыс.км			
КР			1600	2400
СР			800	800
ТР-3			400	50
ТР-2			200	
ТР-1			50	50
ТР				
ТО-3			15	
ТО-2			72 ч	96 ч
Срок службы локомотива	лет	T _{сл}	20	40
Сроки службы основных агрегатов и узлов до замены (списания):				
- рама и кузов;			40	40
- рама тележки;			40	40
- оси колесных пар;				20
- тяговые редукторы:				
• ведущие шестерни;				10
• ведомые шестерни;				20
- подшипники букс;				20
- электрические тяговые машины:				40
• асинхронные и синхронные;			20	
• коллекторные ТЭД				
- электрические аппараты, тяговые и вспомогательные преобразователи частоты, электронные системы.				20
Доля неисправных локомотивов		α _{лок}	0,12	0,06

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Расчет стоимости жизненного цикла

Таблица П.2.1

Эксплуатационные условия участка работы тепловозов

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя для тепловозов	
			2ТЭ116	2ТЭ25
Длина участка	км	L _{уч}	697	
Характеристика участка			Однопутный с АБ III категории сложности	
Максимальная скорость движения по участку	км/ч	V _{max}	80	
Ограничения по скорости при движении по промежуточным станциям	км/ч	V _{огр}	60	
Количество раздельных пунктов, требующих ограничения скорости			27	
Количество остановок поезда на расчетном участке			4	
Масса поезда	т	Q	4400	6000
Грузопоток в грузеном направлении	млн т	G _{гр}	18	
Отношение массы поезда нетто к массе брутто		γ	0,58	
Коэффициент, учитывающий суточную, внутрисуточную, месячную неравномерность		K _{лок}	1,22	
Размеры пассажирского движения на участке	пар/сут.	П _{пасс}	6	
Коэффициент учета затрат обратного направления		ω	0,8	
Время простоя тепловоза на промежуточных станциях	ч	T _{пр.ст}	3,02	
Прочие простои тепловоза	ч		9,65	
Среднесуточный пробег	км	S _{сут}	512,2	

Таблица П.2.3

Нормативная база для расчета

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя для тепловозов	
			2ТЭ116	2ТЭ25
Стоимость 1 т дизельного топлива	руб.	Ц _г	21240	
Стоимость 1 т масла дизельного	руб.	е _{дм}	22150	
Расходная ставка на экипировку на 1 т израсходованного дизельного топлива	руб.	е _{эк}		
Расходная ставка на смазку механической части локомотива	коп/лок.-км	е _{см}	259,73	
Расходная ставка на 1 бригадо-час тепловозных бригад	руб./бр.-ч	е ^р _{бр}	103,16	
Норматив платы за выбросы вредных веществ в атмосферу	руб/т д.т	е _в		
Стоимость 1 т сухого песка	руб.	Ц _п	524,22	
Среднее количество обточек бандажей до перетяжки		п _{ср}	3,9	4,5
Средний срок службы бандажа		Т _{иср}	7,6	8,8
Стоимость одной обточки бандажей колесной пары без выкатки	руб/ ось	С _{обт}	612,6	
Стоимость смены бандажей колесной пары без выпрессовки оси	руб. / ось	С _{рем}		
Стоимость бандажа колесной пары	руб./ банд.	С _б	1520	
Стоимость ремонтов и ТО:	тыс. руб./ секц.			
КРП				21532,15
КР			6784,42	
СР			4283,30	3547,39
ТР-3			2241,75	
ТР-2			800,93	
ТР-1			110,65	
ТР				94,55
ТО-3				
ТО-2	тыс. руб./ тепл.		56,24	

Таблица П.2.4

Количество технических обслуживаний и ремонтов тепловоза 2ТЭ116 за жизненный цикл

Год	Количество ТО и ремонтов						
	ТО-2	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	СР	КР
1	93	7	2				
2	93	7	1	1			
3	93	7	2				
4	93	7	2		1		
5	93	7	2				
6	93	7	1	1			
7	93	6	2			1	
8	93	7	2				
9	93	7	1	1			
10	93	7	2				
11	93	7	2		1		
12	93	7	2				
13	93	7	1	1			
14	93	6	2				1
15	93	7	2				
16	93	7	1	1			
17	93	7	2				
18	93	7	2		1		
19	93	7	2				
20	93	7	1	1			

Таблица П.2.5

Количество технических обслуживаний и ремонтов тепловоза 2ТЭ25 за жизненный цикл

Год	Количество ТО и ремонта			
	ТО-2	ТР	СР	КРП
1	70	2		
2	70	2		
3	70	2		
4	70	3		
5	70	2		
6	70	2		
7	70	2	1	
8	70	2		
9	70	3		
10	70	2		
11	70	2		
12	70	3		
13	70	2		
14	70	2	1	
15	70	2		
16	70	3		
17	70	2		
18	70	2		
19	70	3		
20	70	2		
21	70	2		1
22	70	2		
23	70	3		
24	70	2		
25	70	2		
26	70	3		
27	70	2		
28	70	2	1	
29	70	2		
30	70	3		
31	70	2		
32	70	2		
33	70	3		
34	70	2		
35	70	2	1	
36	70	2		
37	70	2		
38	70	3		
39	70	2		
40	70	2		

Таблица П.2.6

Затраты на техническое обслуживание и ремонт тепловоза 2ТЭ116
по годам жизненного цикла, тыс. руб.

Год	Затраты по видам осмотра и ремонта								Итого затрат по годам
	ТО-2	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	СР	КР	НР	
1	317,7	787,4	442,6					341,1	1888,8
2	317,7	787,4	221,3	1601,9				341,1	3269,4
3	317,7	787,4	442,6					341,1	1888,8
4	317,7	787,4	442,6		4483,5			341,1	6372,3
5	317,7	787,4	442,6					341,1	1888,8
6	324,0	803,1	225,7	1633,9				347,9	3334,7
7	324,0	688,4	451,5			8737,9		347,9	10 549,8
8	324,0	803,1	451,5					347,9	1926,6
9	324,0	803,1	225,7	1633,9				347,9	3334,7
10	324,0	803,1	451,5					347,9	1926,6
11	327,2	811,0	455,9		4618,0			351,3	6563,5
12	327,2	811,0	455,9					351,3	1945,5
13	327,2	811,0	227,9	1649,9				351,3	3367,4
14	327,2	695,2	455,9				13975,9	351,3	15 805,5
15	327,2	811,0	455,9					351,3	1945,5
16	330,4	818,9	230,2	1665,9				354,8	3400,1
17	330,4	818,9	460,3					354,8	1964,4
18	330,4	818,9	460,3		4662,8			354,8	6627,2
19	330,4	818,9	460,3					354,8	1964,4
20	330,4	818,9	230,2	1665,9				354,8	3400,1
Итого	6496,7	15 871,5	7690,5	9851,4	13 764,3	8737,9	13 975,9	6975,7	83 364,0

Таблица П.2.7

Затраты на техническое обслуживание и ремонт тепловоза 2ТЭ25А
по годам жизненного цикла, тыс. руб.

Год	Затраты по видам осмотра и ремонта					Итого затрат по годам
	ТО-2	ТР	СР	КРП	НР	
1	239,1	378,2			110,5	727,9
2	239,1	378,2			110,5	727,9
3	239,1	378,2			110,5	727,9
4	239,1	567,3			110,5	917,0
5	239,1	378,2			110,5	727,9
6	243,9	385,8			112,7	742,4
7	243,9	385,8	7236,7		112,7	7979,1
8	243,9	385,8			112,7	742,4
9	243,9	578,6			112,7	935,3
10	243,9	385,8			112,7	742,4
11	246,3	389,5			113,8	749,7
12	246,3	584,3			113,8	944,5
13	246,3	389,5			113,8	749,7
14	246,3	389,5	7307,6		113,8	8057,3
15	246,3	389,5			113,8	749,7
16	248,7	590,0			115,0	953,6
17	248,7	393,3			115,0	757,0
18	248,7	393,3			115,0	757,0
19	248,7	590,0			115,0	953,6
20	248,7	393,3			115,0	757,0
21	251,1	397,1		45217,5	116,1	45 981,8
22	251,1	397,1			116,1	764,2
23	251,1	595,7			116,1	962,8
24	251,1	397,1			116,1	764,2
25	251,1	397,1			116,1	764,2
26	255,9	607,0			118,3	981,1
27	255,9	404,7			118,3	778,8
28	255,9	404,7	7591,4		118,3	8370,2
29	255,9	404,7			118,3	778,8
30	255,9	607,0			118,3	981,1
31	259,4	410,3			119,9	789,7
32	259,4	410,3			119,9	789,7
33	259,4	615,5			119,9	994,9
34	259,4	410,3			119,9	789,7
35	259,4	410,3	7697,8		119,9	8487,6
36	263,0	416,0			121,6	800,6
37	263,0	416,0			121,6	800,6
38	263,0	624,0			121,6	1008,6
39	263,0	416,0			121,6	800,6
40	263,0	416,0			121,6	800,6
Итого	10 037,1	17 861,4	29 833,6	45 217,5	4639,6	107 589,2

Таблица П.2.8

Стоимость жизненного цикла тепловоза 2ТЭ116
за сопоставимый период жизненного цикла 2ТЭ25

Год	Затраты на								Инвестиции на		Итого затрат	
	топливо	эки-пиров-ку	смазку и масло дизель-ное	зар-плату локом-бригад	ремонт и тех-обслужи-вание	плату за выб-росы	песок	ремонт банда-жей кол. пар	приобрет-ение тепловоза	разви-тие ремонт-ной базы	без учёта дисконтиро-вания	с учётом дисконтиро-вания
1	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 888,8	164,2	954,2	45,2	90 096,0		131 097,5	127 370,1
2	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 269,4	164,2	954,2	45,2			42 382,1	35 026,5
3	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 888,8	164,2	954,2	45,2			41 001,5	30 805,0
4	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	6 372,3	164,2	954,2	45,2			45 485,0	31 066,9
5	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 888,8	164,2	954,2	45,2			41 001,5	25 458,7
6	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 334,7	164,2	954,2	45,2			42 447,5	23 960,5
7	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	10 549,8	164,2	954,2	45,2			49 662,5	25 484,7
8	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 926,6	164,2	954,2	45,2			41 039,3	19 145,1
9	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 334,7	164,2	954,2	45,2			42 447,5	18 001,9
10	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 926,6	164,2	954,2	45,2			41 039,3	15 822,4
11	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	6 563,5	164,2	954,2	45,2			45 676,2	16 009,2
12	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 945,5	164,2	954,2	45,2			41 058,2	13 082,4
13	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 367,4	164,2	954,2	45,2			42 480,2	12 305,0
14	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	15 805,5	164,2	954,2	45,2			54 918,2	14 461,7
15	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 945,5	164,2	954,2	45,2			41 058,2	9 829,0
16	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 400,1	164,2	954,2	45,2			42 512,8	9 252,0
17	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 964,4	164,2	954,2	45,2			41 077,1	8 126,9
18	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	6 627,2	164,2	954,2	45,2			45 739,9	8 226,7
19	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 964,4	164,2	954,2	45,2			41 077,1	6 716,4
20	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 400,1	164,2	954,2	45,2	90 096,0		132 608,8	19 711,5
21	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 888,8	164,2	954,2	45,2			41 001,5	5 540,6
22	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 269,4	164,2	954,2	45,2			42 382,1	5 206,5
23	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 888,8	164,2	954,2	45,2			41 001,5	4 579,0
24	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	6 372,3	164,2	954,2	45,2			45 485,0	4 617,9
25	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 888,8	164,2	954,2	45,2			41 001,5	3 784,3
26	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 334,7	164,2	954,2	45,2			42 447,5	3 561,6
27	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	10 549,8	164,2	954,2	45,2			49 662,5	3 788,1
28	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 926,6	164,2	954,2	45,2			41 039,3	2 845,8
29	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 334,7	164,2	954,2	45,2			42 447,5	2 675,9
30	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 926,6	164,2	954,2	45,2			41 039,3	2 351,9
31	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	6 563,5	164,2	954,2	45,2			45 676,2	2 379,7
32	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 945,5	164,2	954,2	45,2			41 058,2	1 944,6
33	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 367,4	164,2	954,2	45,2			42 480,2	1 829,1
34	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	15 805,5	164,2	954,2	45,2			54 918,2	2 149,6
35	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 945,5	164,2	954,2	45,2			41 058,2	1 461,0
36	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 400,1	164,2	954,2	45,2			42 512,8	1 375,3
37	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 964,4	164,2	954,2	45,2			41 077,1	1 208,0
38	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	6 627,2	164,2	954,2	45,2			45 739,9	1 222,9
39	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	1 964,4	164,2	954,2	45,2			41 077,1	998,4
40	33 007,8	344,2	832,3	3 764,9	3 400,1	164,2	954,2	45,2			42 512,8	939,3
Итого	1 320 312	13 768	33 291	150 594	166 728	6 566	38 166	1808	180 192		1 911 428	524 322

Таблица П.2.9

Стоимость жизненного цикла тепловоза 2ТЭ25

Год	Затраты на								Инвестиции на		Итого затрат	
	топливо	эки-пиров-ку	смазку и масло дизель-ное	зар-плату локом-бригад	ремонт и тех-обслужи-вание	плату за выб-росы	песок	ремонт банда-жей кол. пар	приобрет-ение тепловоза	разви-тие ремонт-ной базы	без учёта дисконтиро-вания	с учётом дисконтиро-вания
1	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	727,9	149,7	742,4	26,5	109 238,0	1162,7	148 098,2	144 671,2
2	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	727,9	149,7	742,4	26,5			37 697,5	31 154,9
3	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	727,9	149,7	742,4	26,5			37 697,5	28 322,7
4	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	917,0	149,7	742,4	26,5			37 886,6	25 877,0
5	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	727,9	149,7	742,4	26,5			37 697,5	23 407,2
6	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	742,4	149,7	742,4	26,5			37 712,0	21 287,5
7	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	7979,1	149,7	742,4	26,5			44 948,7	23 065,8
8	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	742,4	149,7	742,4	26,5			37 712,0	17 592,9
9	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	935,3	149,7	742,4	26,5			37 904,9	16 075,4
10	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	742,4	149,7	742,4	26,5			37 712,0	14 539,6
11	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	749,7	149,7	742,4	26,5			37 719,3	13 220,4
12	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	944,5	149,7	742,4	26,5			37 914,1	12 080,6
13	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	749,7	149,7	742,4	26,5			37 719,3	10 925,9
14	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	8057,3	149,7	742,4	26,5			45 026,9	11 857,0
15	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	749,7	149,7	742,4	26,5			37 719,3	9 029,7
16	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	953,6	149,7	742,4	26,5			37 923,2	8 253,2
17	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	757,0	149,7	742,4	26,5			37 726,6	7 464,0
18	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	757,0	149,7	742,4	26,5			37 726,6	6 785,5
19	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	953,6	149,7	742,4	26,5			37 923,2	6 200,8
20	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	757,0	149,7	742,4	26,5			37 726,6	5 607,8
21	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	45 981,8	149,7	742,4	26,5			82 951,4	11 209,3
22	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	764,2	149,7	742,4	26,5			37 733,9	4 635,5
23	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	962,8	149,7	742,4	26,5			37 932,4	4 236,2
24	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	764,2	149,7	742,4	26,5			37 733,9	3831,0
25	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	764,2	149,7	742,4	26,5			37 733,9	3482,7
26	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	981,1	149,7	742,4	26,5			37 950,8	3184,3
27	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	778,8	149,7	742,4	26,5			37 748,4	2879,4
28	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	8370,2	149,7	742,4	26,5			45 339,8	3144,0
29	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	778,8	149,7	742,4	26,5			37 748,4	2379,6
30	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	981,1	149,7	742,4	26,5			37 950,8	2174,9
31	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	789,7	149,7	742,4	26,5			37 759,3	1967,2
32	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	789,7	149,7	742,4	26,5			37 759,3	1788,4
33	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	994,9	149,7	742,4	26,5			37 964,5	1634,6
34	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	789,7	149,7	742,4	26,5			37 759,3	1478,0
35	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	8487,6	149,7	742,4	26,5			45 457,2	1617,6
36	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	800,6	149,7	742,4	26,5			37 770,2	1221,8
37	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	800,6	149,7	742,4	26,5			37 770,2	1110,8
38	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	1008,6	149,7	742,4	26,5			37 978,3	1015,3
39	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	800,6	149,7	742,4	26,5			37 770,2	918,0
40	32 716,0	341,2	302,3	2691,7	800,6	149,7	742,4	26,5			37 770,2	834,5
Итого	1 308 638	13 647	12 090	107 666	107 589	5988	29 696	1058	109 238	1163	1 696 774	492 162

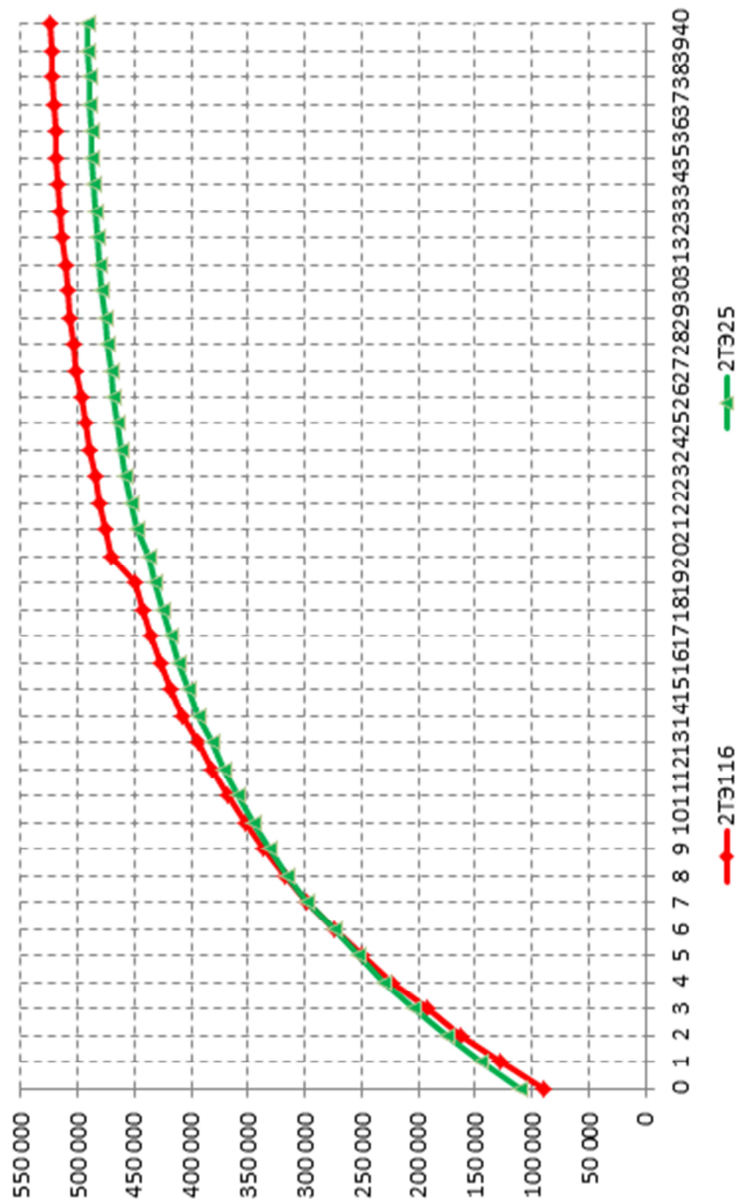


Рис. П.2.1. Стоимость жизненного цикла тепловозов

Приложение 3. Задачи, выполняемые на этапах жизненного цикла технической системы железнодорожного транспорта

Таблица П.3.1

Этап жизненного цикла	Общие задачи	Задачи надежности	Задачи безопасности
1. Концепция	Установление области применения и назначения проекта. Определение концепции проекта. Проведение финансового анализа и технико-экономического обоснования. Организация управления	Пересмотр ранее достигнутых показателей надежности. Учет значений надежности проекта	Пересмотр ранее достигнутых показателей безопасности. Учет значений безопасности проекта. Пересмотр политики в области безопасности и контрольных показателей по достижению безопасности
2. Определение объекта и условий применения	Определение профиля назначения объекта. Подготовка описания объекта Определение стратегий эксплуатации и технического обслуживания. Определение эксплуатационных условий. Определение условий проведения технического обслуживания. Определение влияния существующих ограничений в части инфраструктуры	Оценка информации, накопленной из прошлого опыта в части надежности. Проведение предварительного анализа надежности. Выработка политики обеспечения надежности. Определение долгосрочных эксплуатационных условий проведения технического обслуживания. Определение влияния существующих ограничений инфраструктуры на надежность	Оценка информации накопленной из прошлого опыта в части безопасности. Проведение предварительного анализа опасных факторов. Выработка общего плана обеспечения функциональной безопасности. Определение критериев допустимости риска. Определение влияния существующих ограничений инфраструктуры на безопасность
3. Анализ риска	Анализ проекта в части риска		Проведение анализа опасных факторов объекта и риска для объекта. Ведение журнала регистрации опасных факторов. Проведение оценки риска
4. Требования к объекту	Анализ требований. Характеристика объекта (общие требования). Характеристика среды. Описание критериев подтверждения и аттестации объекта (общие требования). Разработка плана валидации. Установление требований к управлению, качеству и организации. Реализация процедуры контроля за изменениями	Характеристика требований надежности к объекту (в целом). Описание критериев аттестации надежности (в целом). Описание функциональной структуры объекта. Разработка программы обеспечения надежности. Организация управления надежностью	Характеристика требований к безопасности объекта(в целом). Описание критериев аттестации объекта безопасности (в целом). Описание функциональных требований к безопасности. Организация системы безопасности

Продолжение таб л.П.3.1

Этап жизненного цикла	Общие задачи	Задачи надежности	Задачи безопасности
5. Пропорциональное распределение требований	Пропорциональное распределение требований к объекту. Характеристика требований к элементам и компонентам. Описание критериев аттестации элементов и компонентов	Пропорциональное распределение требований надежности к объекту: - характеристика требований надежности к элементам и компонентам; - описание критериев аттестации надежности элементов и компонентов	Пропорциональное распределение требований и контрольных показателей по безопасности объекта: - характеристика требований к безопасности элементов и компонентов; - описание критериев аттестации системы безопасности элементов и компонентов; - корректировка программы обеспечения функциональной безопасности объекта
6. Проектирование и реализация	Планирование. Проектирование и подготовка к эксплуатации. Анализ и проверка проекта. Верификация проекта. Реализация и валидация. Проектирование ресурсов материально-технического обеспечения	Осуществление программы обеспечения надежности при рассмотрении, анализе, проверке и оценке данных в части: - безотказности и готовности; - технического обслуживания и ремонтпригодности; - оптимальной политики в области технического обслуживания. Контроль за выполнением программы в части: - управления программой обеспечения надежности; - контроля за субподрядчиками и поставщиками	Осуществление программы обеспечения функциональной безопасности при рассмотрении, анализе, проверке и оценке данных на основании: - журнала регистрации опасных факторов; - анализа опасных факторов и оценки уровня риска. Обоснование проектных решений по безопасности. Контроль за выполнением программы в части: - менеджмента безопасности; - контроля за субподрядчиками и поставщиками. Подготовка доказательства безопасности общего характера. Подготовка доказательства безопасности объекта
7. Производство	Разработка производственного плана. Изготовление. Изготовление и испытание сборочных узлов компонентов. Подготовка документации. Организация обучения	Осуществление защиты от внешних нагрузок. Осуществление проверки повышения надежности. Внедрение системы создания отчетов об отказах и корректирующих воздействий	Реализация плана по обеспечению безопасности при рассмотрении, анализе, проверке и оценке данных. Использование журнала регистрации опасных факторов
8. Установка	Монтаж объекта. Установка объекта	Начало обучения персонала по проведению технического обслуживания. Составление перечня запасных частей и обеспечение инструментом	Разработка программы установки. Реализация программы установки
9. Валидация объекта (включая аттестацию системы безопасности и сдачу в эксплуатацию)	Сдача в эксплуатацию. Испытательный период эксплуатации. Обучение	Верификация надежности	Разработка программы ввода в эксплуатацию. Реализация программы ввода в эксплуатацию. Подготовка конкретного доказательства безопасности объекта
10. Приемка объекта	Осуществление процедуры аттестации на основании критериев аттестации. Сбор данных для аттестации. Ввод в эксплуатацию. Продолжение испытательного периода эксплуатации (если необходимо)	Оценка подтверждения надежности	Оценка конкретного доказательства безопасности объекта

Окончание таб л.П.3.1

Этап жизненного цикла	Общие задачи	Задачи надежности	Задачи безопасности
11. Эксплуатация и техническое обслуживание	Продолжительная эксплуатация объекта. Проведение текущего технического обслуживания. Текущее обучение	Текущее обеспечение безопасными частями и Инструментом. Текущее техническое обслуживание, материально-техническое снабжение с целью обеспечения надежности	Текущее техническое обслуживание с целью обеспечения безопасности. Текущий мониторинг показателей безопасности и ведение журнала регистрации опасных факторов
12. Мониторинг	Сбор статистических данных по эксплуатационным показателям. Получение, анализ и оценка данных	Сбор, анализ, оценка и применение статистических данных по показателям надежности	Сбор, анализ, оценка и применение статистических данных по показателям безопасности
13. Модификация и модернизация	Выполнение процедуры запроса на изменения. Выполнение процедуры модификации и модернизации	Рассмотрение возможности модификации и модернизации для надежности	Рассмотрение возможности модификации и модернизации для безопасности
14. Вывод из эксплуатации и утилизация	Планирование вывода из эксплуатации и утилизации. Утилизация	Деятельность в части надежности отсутствует	Разработка программы обеспечения безопасности. Проведение анализа опасных факторов и оценки риска. Реализация программы обеспечения безопасности

Примечания. 1. Контроль изменения и управление конфигурацией осуществляются на всех этапах проекта. 2. Верификация и валидация проводятся на большинстве этапов жизненного цикла и включаются в основной текст. 3. Анализ риска может быть повторен на нескольких этапах.

Н. П. Терешина, В. А. Подсорин

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.
Распределение ответственности за обеспечение
надежности и безопасности
на протяжении жизненного цикла

Таблица П.4.1

Этапы жизненного цикла	Потребитель	Утверждающий орган	(Главный) подрядчик	Субподрядчик	Поставщики
Концепция	+				
Описание системы и условия применения	+				
Анализ риска	+		+		
Требования к системе	+				
Пропорциональное распределение требований к системе			+		
Проектирование и реализация			+	(+)	
Изготовление			+		
Установка			+	+	+
Валидация системы	+	+	+		
Приемка системы	+	+			
Эксплуатация и техническое обслуживание	+			(+)	
Мониторинг эксплуатационных характеристик	+				
Модификация и модернизация	+		+	+	
Вывод из эксплуатации и ликвидация	+				

+ – полная ответственность и участие.

(+) – конкретная ответственность или частичное участие (например, на субподряде или резервной основе).

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Учебник

Редакторы Ю. В. Добровольская, И. Г. Крейзер.

Подписано в печать 27.08.2012. Формат 60×88 1/16. Гарнитура Cambria.
Усл. печ. л. 14,25. Уч.-изд. л. 14,5. Тираж 600 экз.

ООО «Вега-Инфо».
105077, Москва, Измайловский бульвар, 63/12, корп. 2.
www.vega-info.ru