

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ»

На правах рукописи



Тихонов Юрий Петрович

**РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УЧЕТА ФАКТОРА ВРЕМЕНИ  
ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛОЖЕНИЙ  
В ОБЪЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Специальность: 5.2.3. – Региональная и отраслевая экономика  
(экономика промышленности)

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Научный руководитель:  
доктор экономических наук, профессор,  
Серов Виктор Михайлович

Москва – 2024

**Оглавление**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	4
<b>ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ УЧЕТА ФАКТОРА ВРЕМЕНИ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ</b>	12
1.1. Определение влияния фактора времени на принятие решений о реализации проектов создания и развития производственного капитала промышленных предприятий и организаций	12
1.2. Анализ инструментов учета фактора времени при оценке эффективности вложений, применявшихся в условиях планово-централизованного управления экономикой	20
1.3. Анализ методических положений и инструментов учета фактора времени при оценке эффективности проектов в современных условиях хозяйствования	33
Выводы по главе 1	48
<b>ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПОДХОДА К УЧЕТУ ФАКТОРУ ВРЕМЕНИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛОЖЕНИЙ В ОБЪЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	50
2.1. Определение и структуризация основных форм проявления фактора времени в реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства	50
2.2. Развитие инструментов учета фактора времени, связанных с жизненным циклом реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства	65
2.3. Совершенствование инструментов учета фактора времени, обусловленных структурой и качеством планируемых к эксплуатации основных средств	84

2.4. Формирование инструментов учета фактора времени, связанных с внешней экономической средой функционирования промышленных предприятий и организаций	96
Выводы по главе 2	108
<b>ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ УЧЕТА ФАКТОРА ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИН ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ СРОКОВ СОЗДАНИЯ, РАЗВИТИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	109
3.1. Оценка величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены ведущих основных средств на объектах промышленного производства	109
3.2. Определение величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства	125
Выводы по главе 3	145
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	146
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	148
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	158

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Одной из важнейших задач развития отечественной экономики, согласно Федеральному закону от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации», является «эффективное использование материальных, финансовых, трудовых и природных ресурсов, обеспечение повышения производительности труда, внедрение импортозамещающих, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий». Важная роль в решении указанной задачи принадлежит научно-методическому обеспечению оценки эффективности подлежащих реализации проектов и программ промышленного развития.

Методология и конкретные методы расчета показателей экономической эффективности вложений, в том числе в создание или развитие объектов промышленного производства промышленными предприятиями и организациями, определены в официальном методическом документе «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (вторая редакция), утвержденном Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ и Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике от 21.06.1999 № ВК 477. Указанный документ сыграл свою роль в освоении отечественными промышленными предприятиями и организациями методов оценки экономической эффективности вложений, применяемых за рубежом в современных условиях хозяйствования. Вместе с тем, многие положения, показатели и методы расчета экономической эффективности вложений, принятые в указанном методическом документе, подвергаются критике различными авторами, в том числе в части учета фактора времени.

По данным опроса, организованного в 2019 году Банком России, 32% российских промышленных предприятий отметили в качестве значимого критерия оценки целесообразности вложений в собственное развитие в 2016–2018 годах целевое значение периода окупаемости, то есть окупаемость проекта в максимально короткие сроки, а не его доходность. Кроме того, большинство

(около 80%) указало, что основанием для капитальных вложений в исследуемый период была необходимость замены основных средств, степень износа которых в целом по промышленности составляет порядка 50-60%, а средний возраст зданий и сооружений – 20 лет, машин и оборудования – 10 лет. Таким образом, сроки реализации и окупаемости развивающихся проектов, а также сроки эксплуатации основных средств играют существенную роль при принятии отечественными промышленными предприятиями и организациями решений о реализации таких проектов.

В действующих «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов» инструментарий учета фактора времени представлен преимущественно учетом разновременности результата вложений (получаемого дохода) и самих осуществляемых вложений посредством их дисконтирования, а также определением величины расчетного периода, за который определяется эффективность проекта. Между тем, фактор времени в экономике, в том числе при реализации промышленными предприятиями и организациями проектов создания и развития объектов промышленного производства, не ограничивается только указанными формами его проявления. В целях повышения степени обоснованности принимаемых решений о реализации проектов, при расчете показателей эффективности вложений в объекты промышленного производства предлагается развитие инструментов учета фактора времени.

**Степень разработанности научной проблемы.** Существенный вклад в исследование проблемы оценки эффективности проектов в реальном секторе отечественной экономики и отраслях промышленности внесли А.С. Астахов, П.Л. Виленский, В.Б. Дасковский, Я.Б. Кваша, В.П. Красовский, В.Н. Лившиц, М.Н. Лойтер, Д.С. Львов, В.В. Новожилов, Н.С. Сачко, В.М. Серов, С.А. Смоляк, Л.М. Смышляева, С.Г. Струмилин, В.И. Титов, Н.П. Федоренко, Т.С. Хачатуров, В.О. Чернявский, А.И. Шустер и др. Основой теоретических и методологических подходов к экономическому анализу проектов создания и развития объектов промышленного производства в современных условиях хозяйствования послужили разработки зарубежных исследователей В. Беренса, К. Боулдинга,

А.М. Веллингтона, Дж. Дина, П. Самуэльсона, Дж. Тербора, Дж.Б. Уильямса, И. Фишера, П.М. Хавранека и др.

В прошлом при планово-централизованной экономике в нашей стране фактору времени в работах ученых и в соответствующих методических документах по определению и оценке экономической эффективности капитальных вложений уделялось достаточно большое внимание. Исследованию лагов капитальных вложений, их «омертвлению» были посвящены работы Н.А. Алексеева, С.М. Вишнева, Г.А. Горлашкиной, Р.М. Меркина, Б.В. Седелева, В.И. Титова, В.В. Шихова и др.

Анализ современных литературных источников показывает, что фактору времени при оценке экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства, а также методам учета различных форм его проявления, характерных для отраслей промышленности, в настоящее время не уделяется достаточного внимания, хотя этот фактор оказывает существенное влияние на показатели экономической эффективности проектов промышленного развития и обоснованность принимаемых на их основе решений о реализации проектов.

**Научная задача исследования.** Диссертационное исследование построено на утверждении, что повышение степени обоснованности принимаемых решений в рамках разработки и реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства возможно в случае применения при оценке их эффективности адекватного современным условиям хозяйствования инструментария учета фактора времени, включающего определение величин потерь от «замораживания» капитальных вложений, физического изнашивания и экономического устаревания основных средств, а также влияния налоговых, таможенных, кредитных ставок и цен на потребляемые ресурсы и т.д.

**Цель диссертационного исследования** состоит в развитии инструментов учета фактора времени при оценке экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства, раскрывающих сложную его структуру и содержание.

Поставленная цель определила необходимость решения следующих взаимосвязанных задач:

1. Проанализировать основные критерии принятия отечественными промышленными предприятиями и организациями решений о реализации проектов создания и развития своего производственного капитала.

2. Провести анализ известных форм проявления фактора времени и дать оценку соответствующим им инструментам учета фактора времени при определении экономической эффективности вложений в развитие производственного капитала в промышленности.

3. Определить основные формы проявления фактора времени, влияющие на экономическую эффективность вложений в проекты создания и развития производственных объектов промышленных предприятий и организаций.

4. Предложить развитие инструментов учета фактора времени при оценке экономической эффективности проектов по строительству, реконструкции и техническому перевооружению объектов промышленного производства.

5. Обосновать и разработать инструмент определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены ведущих основных средств, планируемых к использованию на создаваемом или развиваемом объекте промышленного производства.

6. Разработать оптимизационную модель определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства.

**Объектом данного исследования** являются промышленные предприятия и организации, разрабатывающие и реализующие проекты создания и развития своего производственного капитала.

**Предметом исследования** являются инструменты учета фактора времени при оценке экономической эффективности вложений в рамках реализуемых промышленными предприятиями и организациями проектов создания и развития объектов промышленного производства.

**Теоретическая и методологическая основа исследования.** Теоретической основой исследования явились положения общей теории экономической эффективности функционирования национальной экономики и ее отраслей и теории экономической эффективности капитальных вложений, в частности, а методологической – методические положения и разработки ведущих отечественных и зарубежных ученых-экономистов, прямо или косвенно затрагивающие проблему учета фактора времени при оценке экономической эффективности проектов в отраслях промышленности.

В процессе его проведения использовались общенаучные методы исследования, в том числе, диалектический метод познания, системный и комплексный подходы, а также методы экономико-математического моделирования и графической интерпретации.

**Научная новизна диссертационного исследования** состоит в разработке теоретико-методических положений по развитию инструментов учета сложности структуры и содержания по формам проявления фактора времени, что повышает обоснованность оценки экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства.

**Основные научные результаты,** полученные в диссертационном исследовании и выносимые на защиту:

1. Разработаны критерии типологии основных форм проявления фактора времени при реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства. Дана классификация основных форм проявления фактора времени применительно к объектам промышленного производства, отличающаяся учетом жизненного цикла реализации проекта, обусловленностью структурой и качеством основных средств, зависимостью от изменений во внешней среде и обеспечивающая более полный учет фактора времени для повышения обоснованности экономических расчетов и принимаемых на их основе решений.

2. Предложен концептуальный подход к учету фактора времени при оценке экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства, который отличается тем, что позволяет учитывать многообразие

форм проявления фактора времени на основе развития инструментов, в том числе ранее не используемых применительно к объектам промышленного производства: определения величины потерь от «замораживания» капитальных вложений, оценки влияния физического изнашивания и экономического устаревания основных средств на их стоимость и стоимость реализуемой продукции, а также влияния изменения налоговых, таможенных, кредитных ставок платежей, цен на потребляемые ресурсы и подлежащую производству продукцию, что позволяет повысить результативность учета фактора времени при расчете показателей экономической эффективности вложений в создание или развитие объектов промышленного производства.

3. Сформирован специальный инструмент, предназначенный для определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены ведущих основных средств на создаваемых и развиваемых объектах промышленного производства, основанный на расчете минимума удельных среднегодовых приведенных затрат и отличающийся учетом разновременности денежных потоков, экономического устаревания основных средств, наличия остаточной стоимости при их замене, что обеспечивает снижение суммарных затрат на эксплуатацию основных средств.

4. Разработана оптимизационная модель определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства, основанная на использовании метода критического пути, в котором, в отличие от классического, встроены функции: оперирования не номинальными, а дисконтированными величинами денежных потоков; учета эксплуатационного эффекта при ускорении работ инвестиционной стадии; перерасчета величины амортизационных отчислений в связи с изменением первоначальной балансовой стоимости объекта, что обеспечивает снижение величин суммарных затрат по проектам.

**Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования** заключается в определении и структуризации основных форм

проявления фактора времени, характерных для всего жизненного цикла реализуемых промышленными предприятиями и организациями проектов и непосредственно влияющих на экономическую эффективность вложений, а также в развитии соответствующих этим формам инструментов учета фактора времени при оценке экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства.

**Практическая значимость диссертационного исследования** состоит в возможности применения развития инструментов учета фактора времени при оценке экономической эффективности реализуемых промышленными предприятиями и организациями проектов, в том числе инструмента определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены ведущих основных средств, а также модели определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии в рамках реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства, для повышения обоснованности экономических расчетов и принимаемых на их основе решений о реализации проектов.

**Степень достоверности результатов исследования** обусловлена соответствием их положениям теории функционирования рыночной экономики и подкрепляется не противоречием сделанных выводов и предложений основным положениям теоретических разработок и методологических подходов ведущих научных школ в области экономики и управления воспроизводственными процессами.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Полученные в ходе диссертационного исследования результаты соответствуют пункту 2.2 «Вопросы оценки и повышения эффективности хозяйственной деятельности на предприятиях и в отраслях промышленности» паспорта научной специальности 5.2.3. – Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности).

**Апробация и внедрение результатов исследования.** Основные научные результаты исследования докладывались на международных и всероссийских

научных и научно-практических конференциях в 2015–2021 годах: «Актуальные проблемы управления» (г. Москва), «Реформы в России и проблемы управления» (г. Москва), где получили одобрение.

Предложенные инструменты учета фактора времени при оценке экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства были апробированы и приняты к использованию Ассоциацией организаций оборонно-промышленного комплекса производителей медицинских изделий и оборудования (АПМИ ОПК), что подтверждено соответствующей справкой о внедрении.

**Публикации.** Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы соискателем в 12 научных работах общим объемом 7,04 п.л., из которых соискателю принадлежит 5,73 п.л., в том числе 9 статей в рецензируемых ВАК научных журналах.

**Объем и структура работы.** Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и Приложения А. Общий объем работы составляет 159 страниц, включая 5 таблиц, 7 рисунков, 86 формул. Список литературы включает 102 наименования научных трудов отечественных и зарубежных авторов.

# **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ УЧЕТА ФАКТОРА ВРЕМЕНИ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ**

## **1.1. Определение влияния фактора времени на принятие решений о реализации проектов создания и развития производственного капитала промышленных предприятий и организаций**

Планирование промышленными предприятиями и организациями своего производственного развития и решение ими задачи обеспечения и повышения экономической эффективности вложений в создание и увеличение своего производственного капитала, создание и развитие объектов промышленного производства, является одним из ключевых направлений их хозяйственной деятельности и важнейшей формой реализации их экономических интересов.

Принятие промышленными предприятиями и организациями решений о разработке и реализации проектов создания и развития производственных объектов представляет собой сложный процесс, среди основных принципов которого можно выделить комплексность и системность. Комплексность при принятии таких решений состоит во всестороннем рассмотрении действия множества внутренних и внешних для промышленного предприятия (организации) факторов технико-технологического, экономического и социального характера, а также влияния этих факторов на результаты и эффективность запланированных проектов.

Системность при принятии решений о разработке и реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства означает, что все факторы и условия, влияющие на эффективность проекта и его результаты, зависят друг от друга и поэтому должны быть рассмотрены во взаимосвязи.

В 2019 году по заказу Банка России был проведен опрос промышленных предприятий, среди основных задач которого было изучение механизмов принятия ими инвестиционных решений [44]. Методологической основой этого

исследования стал аналогичный проведенный в 2017 году опрос Банка Англии среди предприятий частного сектора [101], в котором выделялись три типа поведения предприятий при принятии ими инвестиционных решений. Предприятия с поведением первого типа осуществляют вложения, используя экономические модели, включающие показатели дисконтированных денежных потоков. Предприятия с поведением второго типа принимают инвестиционные решения на основе эмпирических правил (*rule of thumb*), то есть осуществляют вложения только в том случае, если проект соответствует определенным условиям, например, установленному периоду окупаемости, целевой частоте замены оборудования, норме прибыли в соответствии с отраслевым уровнем или уровнем основных конкурентов и т.д. Третий тип поведения, соответствующий смешанной стратегии, характеризует предприятия, которые осуществляют вложения, если проект соответствует требуемой норме доходности (*hurdle rate*) или норма прибыли инвестиций на определенную величину выше уровня, при котором они могут занимать средства.

Данные исследования показали, что опрошенные российские промышленные предприятия при принятии инвестиционных решений в 2016–2018 годах придерживались, как правило, эмпирических моделей поведения (93% респондентов). С целью выявления критериев принятия решений предприятиям были предложены различные варианты ответов, на которые они ориентировались при оценке необходимости реализации своих инвестиционных проектов в 2016–2018 годах. Большинство респондентов (около 80%) отметило, что основанием для инвестиционных вложений в исследуемый период была необходимость замены оборудования – заранее запланированная (64% компаний) или по факту поломки (43%). Это свидетельствует о том, что инвестиционные вложения носили, по большей части, вынужденный характер и были направлены на поддержание и обновление существующих производственных мощностей. Следует отметить, что согласно официальной статистике, степень износа основных средств в целом по промышленности составляет порядка 50-60%, а средний возраст – 20 лет у зданий и сооружений, 10 лет – у машин и

оборудования [45].

Третьим по значимости критерием оценки целесообразности инвестиций было целевое значение периода окупаемости (32%). То есть, для отечественных промышленных предприятий бóльшую важность представляет окупаемость инвестиционного проекта в максимально короткие сроки, а не его доходность. Стремление предприятий к реализации проектов с максимальной ликвидностью объясняется, вероятнее всего, высокой неопределенностью экономической ситуации в стране в последние годы и постоянно меняющейся конъюнктурой зарубежных рынков в условиях санкций [44].

Такая же ориентация бизнеса на быструю, краткосрочную окупаемость проектов отмечается и в английском исследовании [101]. Инвестирование является лишь одним из видов использования предприятием собственных или привлеченных средств. К другим видам использования средств можно отнести хранение средств в виде наличных, выплаты акционерам или использование средств для покупки финансовых активов, таких как облигации и акции. То, как предприятия распределяют свои средства на эти различные цели, зависит от множества факторов, включая прибыльность каждого из этих видов деятельности, а также от предпочтений и приоритетов предприятия. Изменения в структуре корпоративного управления и оплаты труда руководителей могут привести к ситуации, когда краткосрочная прибыль становится приоритетнее инвестиций, которые обычно приносят не меньшую прибыль в долгосрочной перспективе.

Подводя итог вышесказанному, можно заключить, что сроки реализации и окупаемости инвестиционных проектов, а также сроки эксплуатации основных средств играют существенную роль при принятии инвестиционных решений отечественными промышленными предприятиями и организациями. Это, в свою очередь, подтверждает, значимость для экономических субъектов и экономике в целом такого фактора, как время.

Категория «время» всегда была и является предметом обсуждения, прежде всего, философов. Категория времени непосредственно связана с категорией пространства, а вместе они представляют собой общие абстракции,

характеризующие структурную организованность и изменчивость бытия. Пространство и время – это всеобщие формы бытия материи [77, с. 381]. В мире не существует материи, не обладающей пространственно-временными свойствами, как и не существует пространства и времени самих по себе, вне материи или независимо от нее. «Пространство – это всеобщая форма бытия материи, характеризующая ее протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие элементов во всех материальных системах. Время – это всеобщая форма бытия материи, выражающая длительность бытия и последовательность смены состояний всех материальных систем и процессов в мире. Пространство и время неразрывно связаны между собой, их единство проявляется в движении и развитии материи» [75, с. 94–95, 541–542].

Категории «время» и «пространство» – не только философские, они важны и требуют учета непосредственно в реальной практической деятельности. Вся производственная деятельность, как по созданию производственных мощностей различных отраслей экономики, возведения зданий, сооружений, так и по их эксплуатации, осуществляется и протекает во времени и пространстве. Факторы расположения их и время/скорость возведения являются важными параметрами эффективного хозяйствования. Но, если как философские категории они вбирают в себя общие признаки времени и пространства и раскрывают их отношение к материи (субстанции) и человеческой жизни, то в части осуществления практических мер по обеспечению жизнедеятельности, основываясь на философском представлении о времени и пространстве, акцент делается на их специфическом проявлении в отдельных частях бытия (в обществе, общественном производстве, в жизни индивидов) [3, с. 444].

В данной диссертации в соответствии с предметом исследования экономическое время принимается и понимается как «форма объективной экономической действительности, которая выступает в качестве всеобщей меры неравномерной длительности реально существующих и сменяющих друг друга экономических явлений и процессов, что позволяет дать количественную оценку экономическим событиям системы» [6, с. 44].

В отечественной экономической литературе проблема времени в экономике стала исследоваться интенсивно с 20-х – 30-х годов прошлого столетия. В планово-централизованной экономике фактор времени имел большое значение, и ему уделялось большое внимание. На передний план выходила проблема экономии времени. При управлении экономикой руководствовались марксовским законом экономии времени: «Чем меньше времени требуется обществу на производство пшеницы, скота и т.д., тем больше времени оно выигрывает для другого производства, материального или духовного. Как для отдельного индивида, так и для общества всесторонность его развития, его потребления и его деятельности зависит от сбережения времени. Всякая экономия в конечном счете сводится к экономии времени. <...> Стало быть, экономия времени, равно как и планомерное распределение рабочего времени по различным отраслям производства, остается первым экономическим законом на основе коллективного производства» [30, с. 117].

В отечественной экономической науке фактор времени постепенно приобрел статус одного из наиболее исследуемых [47; 58]. Под фактором времени в его инвестиционном аспекте понимался «комплекс социально-экономических и технико-экономических условий, причин и процессов, находящих свое результативное выражение в неравноценности одинаковых величин затрат (эффекта), вкладываемых (получаемых) в различные периоды времени, а также во влиянии разрыва во времени между затратами и эффектом на результаты общественного производства» [7, с. 177].

В инвестиционном процессе как в плановой, так и в рыночной экономиках ключевой формой проявления фактора времени выступает разновременность денежных поступлений и затрат, которая традиционно учитывается с помощью дисконтирования, т.е. приведения их к одному (обычно – текущему) моменту времени [67]. В концепции временной ценности денег (англ. *the time value of money*), инструментом которой является дисконтирование, каждая денежная единица, полученная или затраченная в будущем, менее ценна по сравнению с этой же денежной единицей, полученной или затраченной в текущий момент.

Уменьшение ценности денежной единицы связано с ее возможностью приносить доход в виде процента и рассчитывается с применением формулы сложных процентов.

Формула сложных процентов известна человечеству с самых древних времен. Практическое использование механизма дисконтирования насчитывает, по крайней мере, восемь веков. Процесс зарождения и становления концепции дисконтирования денежных потоков рассмотрена автором диссертации в его работе [73]. Самый ранний из известных расчетов дисконтированной стоимости имеется в «Книге абака» итальянского математика Леонардо Пизанского, датированной 1202 г. Концепция текущей стоимости получила дальнейшее развитие в трудах европейских математиков Средних веков и эпохи Возрождения. Чистый дисконтированный доход как показатель эффективности финансовых вложений впервые появился в XVI в. в работе фламандского математика Симона Стевина. Таблицы облигаций XIX в. содержат первые образцы показателя внутренней нормы доходности. Американский инженер-строитель Артур Меллен Веллингтон в 1887 г. во втором издании своей книги [102] предложил использование дисконтирования при экономическом обосновании капитальных вложений в строительство железных дорог. Впоследствии эта идея была развита в учебниках по инженерной экономике в начале XX в. Теоретическое обоснование применения метода дисконтирования денежных потоков при оценке эффективности инвестиционных проектов впервые появилось в трудах американского экономиста Ирвинга Фишера «Норма процента» 1907 г. [88] и «Теория процента» 1930 г. [89], в которых он опирался на работы других экономистов-теоретиков второй половины XIX в. в области теории процента – А. Маршалла [31], О. ф. Бем-Баверка [7] и др. Начиная с 1950–1960-х гг., дисконтирование стало неотъемлемым инструментом экономического обоснования инвестиционных проектов в рыночной экономике.

В современных условиях при проведении оценки эффективности инвестиционных проектов неравноценность денежных потоков во времени, приводящая к необходимости приведения их к одному моменту времени,

обусловлена тремя основными составляющими:

1) процентная ставка на капитал, выражающая доходность от альтернативного использования денежных средств в финансовом проекте (под которым подразумевается, к примеру, вложение денежных средств в банк на депозит);

2) инфляция, т.е. уменьшение покупательной способности денег с течением времени;

3) неопределенность и риски осуществления инвестиционных вложений.

Все три указанных фактора в экономических расчетах и обоснованиях учитываются посредством метода дисконтирования денежных потоков и обычно включаются в ставку дисконтирования в виде трех составляющих – минимальной реальной нормы прибыли на капитал, темпа инфляции и премии за риск.

Вторая основная форма проявления фактора времени заключается в разрыве во времени (лаге) между затратами и эффектом и явлении «замораживания» (или «омертвления») капитала. Эта форма во многом связана со временем (или продолжительностью) производства. «Время производства – один из первостепенных факторов экономической эффективности ... ему принадлежит решающая роль в формировании рентабельности и фондоотдачи ... от него же, если рассматривать проблему в долгосрочном народнохозяйственном плане, в значительной мере зависит длительность периода реализации накапливаемой части национального дохода в продукцию личного потребления» [20, с. 74].

В период плано-централизованной экономики в нашей стране фактору времени, а конкретно ускорению темпов экономической деятельности всегда уделялось большое внимание. В работе под редакцией В.П. Красовского, посвященной фактору времени в плановой экономике, В.И. Липанович писал: «При больших темпах превращения капитальных затрат в основные фонды размеры незавершенного строительства уменьшаются. В предельном случае, когда скорость оборота капитальных вложений стремится к бесконечности, его размеры уменьшаются до нуля, а капитальные вложения как бы мгновенно переходят в действующие основные фонды» [74, с. 50]. Задачи ускорения темпов

роста отечественной экономики были и ставились во все последующие времена.

Тем не менее, можно констатировать, что сегодня в инвестиционном процессе экономическими субъектами во многом недооценивается влияние фактора времени на конечные результаты инвестиционного проекта и показатели его эффективности, время не в достаточной мере осознается ими не только как один из ключевых параметров инвестиционного проекта, но и как один из главных его ресурсов. При разработке и реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства необходимо подходить к пониманию фактора времени комплексно и системно.

Поскольку время способно менять объем и ценность денежных потоков, то можно сказать, что время само обладает стоимостью и ценностью, выступает как один из ресурсов инвестиционного проекта.

Несмотря на тотальный, всеобъемлющий характер времени и его влияния на инвестиционный процесс и экономику в целом, не следует считать, что этот внешний фактор не поддается контролю со стороны экономических субъектов. Возможно его частично контролировать, а также минимизировать его возможное влияние негативного характера на результат и эффект проекта.

На стадии планирования (прединвестиционной стадии) проекта создания и развития объектов промышленного производства данный контроль заключается в оптимизации временных параметров проекта, т.е. выбора наиболее скорых путей достижения поставленных целей с учетом других ограничений, прежде всего, ресурсного характера.

На инвестиционной и эксплуатационной стадиях реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства данный контроль заключается в оперативном реагировании на временные сдвиги и минимизации проявления различных частных рисков.

## **1.2. Анализ инструментов учета фактора времени при оценке эффективности вложений, применявшихся в условиях планово-централизованного управления экономикой**

Становление теории оценки экономической эффективности капитальных вложений в СССР описано в совместной статье автора диссертации и В.М. Серова в [56].

Проблема оценки экономической эффективности капитальных вложений в создание и развитие производственных мощностей в различных отраслях экономики еще с 1920–30-х годов стала постепенно приобретать статус одной из центральных тем научных исследований отечественных ученых. В Академии наук СССР был создан специальный Ученый совет по проблемам экономической эффективности капитальных вложений, который долгое время возглавлял академик Т.С. Хачатуров.

К началу 1960-х годов, в принципе, были созданы и документально оформлены основы теории и методов определения и расчета экономической эффективности капитальных вложений в создание и развитие производственного капитала. Уже в 1960 г. органами государственного управления была утверждена «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР» [60], разработанная Институтом экономики АН СССР, которая в последующие годы прошла три редакции [36; 61; 62].

Основу принятых в указанном методическом документе положений и методов оценки экономической эффективности капитальных вложений составляли:

- принятие в качестве результата создания и функционирования соответствующих производственных мощностей категории и показателя национального дохода;

- принятие категорий абсолютной (при оценке фактической эффективности созданных производственных мощностей) и сравнительной (при выборе

вариантов создания и развития производственных мощностей) экономической эффективности;

- применение в системе и методах оценки экономической эффективности капитальных вложений ее нормативного уровня/значения при соблюдении правила дифференциации нормативов эффективности по отраслям материального производства.

Соответственно указанным положениям и методам определения экономической эффективности капитальных вложений, принятым в «Типовой методике...», были разработаны частные «Методика определения экономической эффективности внедрения новой техники, механизации и автоматизации производственных процессов в промышленности» [34], «Основные методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ» [41] и др.

Необходимо отметить, что с положениями и методами, принятыми в «Типовой методике», относительно определения экономической эффективности капитальных вложений в новую технику не соглашались ученые Центрального экономико-математического института (ЦЭМИ) АН СССР. Для этой области капитальных вложений они предлагали использование категории «приведенных затрат» ПЗ, представляющих собой следующую величину:

$$ПЗ = C + E_n K, \quad (1.1)$$

где  $C$  – текущие затраты (себестоимость производства продукции) по соответствующему варианту капитальных вложений;  $K$  – величина капитальных вложений;  $E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности.

С учетом результатов работы в 1967 г. группы специалистов стран-членов СЭВ (Совета экономической взаимопомощи) [33] была подготовлена и в 1969 г. утверждена новая редакция «Типовой методики определения экономической эффективности капитальных вложений» [61].

Соответственно положениям и методам определения экономической эффективности капитальных вложений, принятым в новой «Типовой методике...», был разработан большой ряд (около 40) отраслевых инструкций. В

них предписывалось и регламентировалось использование положений и методов указанной «Типовой методики...» с учетом особенностей и специфики производства в соответствующих отраслях экономики.

В 1980 г. государственными органами управления была утверждена третья редакция «Типовой методики определения экономической эффективности капитальных вложений» [62], в которой были сохранены предшествующие основные положения по определению и оценке экономической эффективности капитальных вложений, т.е., принятие в качестве результата инвестирования категории и показателя национального дохода (нормативной чистой продукции), а в качестве инструмента оценки – сравнение расчетной величины коэффициента экономической эффективности капитальных вложений с его нормативной величиной. Но одновременно более детально конкретизировались подлежащие применению показатели эффективности и методы их расчета с учетом направлений капитальных вложений: в производство – новое строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение существующих предприятий; в научно-исследовательские результаты (НИОКР); в развитие территориальной инфраструктуры, непромышленной сферы, в природоохранные объекты и др.

Указанной «Типовой методикой...» предписывалось использование категорий абсолютной и сравнительной экономической эффективности капитальных вложений. При этом показатель (коэффициент) абсолютной экономической эффективности регламентировалось рассчитывать по формулам

$$\mathcal{E} = \Pi_2 / K, \quad (1.2)$$

$$\mathcal{E}^* = (C_2 - C_1) / K, \quad (1.3)$$

где  $\mathcal{E}$  и  $\mathcal{E}^*$  – коэффициенты экономической эффективности капитальных вложений соответственно при новом строительстве и создании предприятий и при их реконструкции и техническом перевооружении;  $\Pi_2$  – расчетная средняя годовая прибыль от производства и реализации продукции;  $C_1$  и  $C_2$  – абсолютная величина себестоимости производства продукции соответственно до и после

реконструкции, технического перевооружения.

Указанные коэффициенты  $\mathcal{E}$  и  $\mathcal{E}^*$  подлежали сравнению с их нормативными значениями.

При сравнительной оценке эффективности вариантов капитальных вложений предусматривалось использование категории приведенных затрат  $ПЗ$ , представляющих собой следующую величину:

$$ПЗ = C_i + E_n K_i \rightarrow \min, \quad (1.4)$$

где  $C_i$  – текущие затраты на производство продукции, услуг (себестоимость) по  $i$ -му варианту капитальных вложений;

$E_n$  – норматив сравнительной эффективности;

$K_i$  – капитальные вложения по  $i$ -му варианту [62, с. 21–22].

Предпочтительным регламентировалось принимать тот вариант проектных решений или капитальных вложений, у которого срок возврата капитальных вложений меньше.

При оценке экономической эффективности долгосрочных комплексных программ производственного развития рекомендовалось использование показателя срока возврата капитальных вложений:

$$\sum_{t=1}^T \Pi_t = K, \quad (1.5)$$

где  $\Pi_t$  – сумма прибыли, полученная в  $t$ -м году;

$t$  – год реализации программы;

$T$  – срок возврата капитальных вложений [62, с. 18–19].

Предпочтительным вариантом программ принимался тот, у которого приведенные затраты меньше.

Что же касается методических рекомендаций по оценке экономической эффективности капитальных вложений в новую технику, то в 1977 г. была принята в качестве самостоятельного методического документа «Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» [35].

Основные положения по определению экономической эффективности капитальных вложений в новую технику в указанной «Методике...» были приняты практически теми же, что и в «Типовой методике по определению эффективности капитальных вложений». То есть, расчетные коэффициенты эффективности капитальных вложений также регламентировалось сравнивать с их нормативными значениями, которые были установлены: при сравнении вариантов методом приведенных затрат технологических и других решений равным 0,15, а при сравнении величин посредством метода дисконтирования – равным 0,1.

В 1988 г. были утверждены «Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса» [24]. В них определялись методы обоснования эффективности капитальных вложений в новую технику и технологию производства, и другие организационно-технические мероприятия по внедрению достижений научно-технического прогресса (НТП). В данных «Методических рекомендациях...» при определении экономического эффекта как разности результатов и затрат товаропроизводителя предусматривалось их приведение (дисконтирование) к единому моменту времени. Определялась также необходимость учета снижения цен на новую технику, а также принятие продолжительности расчетного периода, за который рассчитывается величина экономического эффекта, равной жизненному циклу новой техники.

Величину экономического эффекта  $\mathcal{E}_T$  от внедрения мероприятий НТП за расчетный период предписывалось определять по формуле:

$$\mathcal{E}_T = P_T - Z_T = \sum_{t_n}^{t_k} P_t \alpha_t - \sum_{t_n}^{t_k} (I_t + K_t - L_t) \times \alpha_t, \quad (1.6)$$

где  $P_T$  – стоимостная оценка результатов осуществления мероприятия НТП за расчетный период;

$Z_T$  – стоимостная оценка затрат на осуществление мероприятия НТП за расчетный период;

$t_n$  и  $t_k$  – начальный и конечный годы расчетного периода;

$P_t$  – стоимостная оценка результатов в  $t$ -м году расчетного периода;

$\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования, соответствующий  $t$ -му году расчетного периода;

$I_t$  – текущие издержки при производстве (использовании) продукции в году  $t$  без учета амортизационных отчислений на реновацию;

$K_t$  – единовременные затраты при производстве (использовании) продукции в году  $t$ ;

$L_t$  – остаточная стоимость (ликвидационное сальдо) основных фондов, выбывающих в году  $t$ .

Лучшим признавалось мероприятие с максимальным экономическим эффектом.

Как видно из изложенного выше, центральное место в принятых положениях и методах оценки экономической эффективности капитальных вложений, как при определении абсолютной эффективности, так и сравнительной и с использованием категории приведенных затрат, занимают показатели нормативного коэффициента эффективности и коэффициента дисконтирования. А потому необходимо рассмотрение их содержания, а также их взаимосвязи.

Прежде всего, необходимо отметить, что оба указанных показателя тесно связаны с категорией времени.

Коэффициент эффективности капитальных вложений непосредственно связан с временем/сроком возврата их в виде прибыли: он отражает темп этого возврата. Между величинами указанных показателей имеет место непосредственная обратная связь. Именно поэтому в дальнейшем в методических, а также и учебных пособиях предусматривалось в качестве показателя эффективности капитальных вложений рассчитывать и использовать показатель срока их окупаемости, как величины, обратной коэффициенту эффективности.

Коэффициент дисконтирования отражает разницу стоимости денег во времени – то, что сегодня стоимость рубля больше, чем стоимость рубля в будущем, т. к. имеющийся сегодня рубль может быть вложен и приносить доход.

Хотя коэффициент экономической эффективности капитальных вложений

отражает экономические последствия их, т.е. результативность создаваемых производственных мощностей, а норма (ставка) дисконтирования, на основе которой рассчитывается коэффициент дисконтирования, – процесс изменения стоимости денег во времени, тем не менее, и они имеют одну основу, а именно, отражают фактический или требуемый (нормативный) прирост стоимости производственного капитала.

Поэтому в вышеуказанных методических рекомендациях и при оценке расчетного значения коэффициента экономической эффективности, и при расчете приведенных затрат было определено использование его нормативного значения, которое в разное время дифференцировалось по отраслям материального производства и было единым по ним. Устанавливался норматив и в целом по народному хозяйству.

Установление норматива/нормативов экономической эффективности капитальных вложений по существу являлось главным (основным) инструментом учета их результативности во времени, но только оценки темпов прироста производственного капитала. При этом необходимо отметить, что при подготовке второго и последующих вариантов «Типовой методики...» их изменения сводились, в основном, к принятию численного значения нормативной величины коэффициента экономической эффективности, исходя из того, что «...норматив должен определять минимально допустимую границу получения эффекта с рубля затрат... и варианты с меньшей величиной эффекта не должны допускаться. Только сопоставление расчетной (или фактической) величины эффекта с соответствующим нормативом позволяет определить экономическую эффективность рассматриваемых мер и вариантов... эффективными... являются лишь те варианты, величина эффектов которых превышает нормативную» [39, с. 21–22].

В рамках требования сопоставления расчетной (фактической) величины коэффициента экономической эффективности капитальных вложений с его нормативным значением полагалось и практически применялось определение и использование показателя срока их окупаемости, который представляет собой

величину  $T_{ок}$ , обратную коэффициенту экономической эффективности, т.е.

$$T_{ок} = 1 / E, \quad (1.7)$$

где  $E$  – нормативный или расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Использование при оценке экономической эффективности капитальных вложений нормативного значения ее величины составляло основу подхода и методологии этой оценки, которой должны были отвечать и расчеты, связанные с учетом фактора времени.

Учет фактора времени в условиях планово-централизованной экономики помимо общего сопоставления расчетного и нормативного значений коэффициентов экономической эффективности капитальных вложений, а также срока их окупаемости состоял также в оценке эффективности ускорения реализации проектов развития и учете цены потерь от изымания средств из оборота в период строительства или реконструкции объектов («омертвления» капитальных вложений). В конкретно практическом плане это выражалось в исследовании, анализе и оценке так называемых лагов (продолжительности): инженерных изысканий, проектирования, подготовки к строительству, строительства (инвестиционный лаг) и др. [2, 13, 14, 21, 32, 49, 63, 82]. Само понятие «инвестиционный лаг» определялось как «временной разрыв между осуществлением инвестиций и их окупаемостью, либо как интервал времени между предоставлением инвестиций на строительство объектов и вводами основных фондов или производственных мощностей в эксплуатацию» [27, с. 135–136]. И в том, и в другом случае понятие лага связано с «омертвлением» капитальных вложений.

Величина лага в общем виде тождественна показателю среднего срока отвлечения капитальных вложений ( $T_о$ ) с учетом их распределения в пределах периода строительства, формула определения которого была предложена А.И. Шустером [83, с. 50]:

$$T_o = \frac{\sum_{t=1}^T K_t (T-t+1)}{K}, \quad (1.8)$$

где  $K_t$  – капитальные вложения каждого года  $t$  инвестиционной стадии, вложенные в проект на срок, оставшийся до окончания инвестиционной стадии, равный  $T - t + 1$ ;

$t$  – период строительства (год, квартал), в течение которого производятся капитальные вложения;

$T$  – общий срок строительства;

$K$  – суммарные капитальные вложения (сметная стоимость объекта).

В формуле (1.8) принималось, что инвестиции осуществляются в начале каждого шага расчетного периода. При равномерном же их распределении внутри шага  $t$  капитальные вложения  $K_t$  необходимо было умножить на срок, равный  $T - t + 0,5$ . В случае осуществления инвестиций в конце шага  $t$  множитель должен быть равным  $T - t$ .

С понятием лага тесно связано понятие цены т.н. «замораживания» (или «омертвления», «непроизводительного отвлечения») капитальных вложений, когда в рамках реализации инвестиционных проектов инвестиционные вложения осуществляются на протяжении достаточно длительного периода, в течение которого не могут приносить инвестору доход. В статье [69] автором диссертации исследована проблема учета соответствующих этому явлению финансовых потерь (условного характера), величина которых в условиях плано-централизованной экономики соответствовала объему не полученного национального дохода от альтернативного использования капитальных вложений в производственном процессе на другом участке народного хозяйства. В настоящее же время в условиях рыночной экономики эти потери тождественны объему упущенной выгоды от альтернативного вложения финансовых средств и других ресурсов в доходный проект.

«Замораживание» капитальных вложений являлось одним из главных аспектов проблемы учета фактора времени в теории оценки эффективности

капитальных вложений не только в нашей стране, а и в других странах – членах СЭВ. Экономисты этих стран признавали необходимость учета величины потерь народного хозяйства от «замораживания» капитальных вложений и предлагали различные формулы их расчета, которые основывались на признании неравноценности денежных потоков во времени и неполученных доходов в виде процентов на «омертвленный» капитал (что лежит также в основе метода дисконтирования денежных потоков). В то же время, как было показано в статье [69] автора диссертации, предлагавшиеся отечественными экономистами в период планово-централизованной экономики методы неприменимы с позиции современной теории и практики оценки эффективности инвестиционных проектов.

Величина потерь от «замораживания» капитальных вложений изначально рассчитывалась исключительно в целях учета фактора времени при определении общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений. Отдельные экономисты в своих работах (например, [10, с. 53]) предлагали учитывать такие потери для определения «полной стоимости» объекта, но в целом научное сообщество не рассматривало расчет величины потерь от «замораживания» капитальных вложений в качестве основания для изменения сметной стоимости строительства или балансовой стоимости объекта, о чем, наряду с расчетными формулами, было упомянуто в третьем издании «Типовой методики определения экономической эффективности капитальных вложений» 1980 г. [62].

Период «замораживания» капитальных вложений был одним из основных предметов споров и дискуссий в отечественной экономической науке планово-централизованного периода. Часть исследователей [10, 46, 64, 78] рассматривала «замораживание» капитальных вложений на весь период строительства объекта до начала его эксплуатации. Согласно другой точке зрения [74; 83, с. 40], «замораживание» расценивалось исключительно как превышение нормативных сроков строительства объекта, поскольку невозможно «создавать и вводить в действие основные фонды, минуя объективно необходимые стадии

проектирования, строительства, монтажа оборудования, его наладки и освоения производства» [83, с. 40], и лишь в случае превышения нормативного срока строительства капитальные вложения не дают того эффекта, ради которого они осуществлялись. Обе точки зрения были по-своему правильными, и соответствующие им формулы расчета потерь от «замораживания» капитальных вложений одновременно присутствовали в третьем издании «Типовой методики» [62].

Как было показано в статье [69] автора диссертации, все предлагаемые отечественными экономистами плано-централизованного периода формулы расчета потерь от «замораживания» основывались исключительно на объемах самих капитальных вложений на инвестиционной стадии возведения объектов, создания производственных мощностей и никаким образом не затрагивали результаты (доходы) на эксплуатационной стадии (стадии извлечения прибыли от эксплуатации возведенного объекта). «Формулы расчета потерь от замораживания капитальных вложений за весь период строительства, разрабатываемые специалистами того времени, основывались на том положении, что капитальные вложения  $K_t$  каждого  $t$ -го года строительства остаются вложенными в проект на срок, оставшийся до окончания строительства, равный  $T - t + 1$ , где  $T$  – общий срок строительства. Формула расчета потерь (убытков) от замораживания капитальных вложений ( $Y_{\text{зам}}$ ) при этом в общем виде выглядела следующим образом:

$$Y_{\text{зам}} = E \times \sum_{t=1}^T K_t (T - t + 1), \quad (1.9)$$

где  $E$  – нормативный отраслевой коэффициент эффективности капитальных вложений» [69, с. 68].

Как и формула (1.8), формула (1.9) действительна при допущении, что капитальные вложения осуществляются в начале каждого шага расчетного периода. Из формулы (1.9) «следует, что наименьшими потерями от замораживания капитальных вложений в строительстве характеризуются варианты с возрастающим во времени распределением средств» [69, с. 69].

В 1962 г. М.Н. Лойтером в [84] была предложена более сложная формула для расчета потерь от «замораживания» нефункционирующих капитальных вложений за периоды строительства и освоения при параллельном осуществлении этих процессов с использованием отраслевого планового норматива рентабельности:

$$Y_{\text{зам}} = \sum_1^t E_{\text{оп}} (K_{\text{ни}_i} + K_{\text{зам}_{i-1}} - K_{\text{ф}_i}), \quad (1.10)$$

где:  $Y_{\text{зам}}$  – сумма потерь от «замораживания»;

$K_{\text{ни}_i}$  – капитальные вложения  $i$ -го года (нарастающим итогом);

$K_{\text{зам}_{i-1}}$  – потери от «замораживания» нефункционирующих капитальных вложений в предшествующем году;

$K_{\text{ф}_i}$  – капитальные вложения, функционирующие в  $i$ -м году (т.е. обеспечивающие эффективность на уровне отраслевого планового норматива);

$t$  – суммарный срок от начала строительства до освоения проектных экономических показателей;

$E_{\text{оп}}$  – отраслевой плановый норматив общей эффективности (по чистой продукции или прибыли) [84, с. 339].

Формула (1.10) впоследствии вошла в третье издание «Типовой методики» 1980 г. [62, с. 19]. В третьем издании также присутствовала формула для учета потерь от «замораживания» капитальных вложений только за сверхнормативный период строительства:

$$Y_{\text{зам}} = K_{t_{\text{с.н}}} E_{\text{нп}} t_{\text{с.н}} + K_{t_{\text{с.н}}-1} E_{\text{нп}} (t_{\text{с.н}} - 1) + K_{t_{\text{с.н}}-2} E_{\text{нп}} (t_{\text{с.н}} - 2) + \dots + K E_{\text{нп}} \quad (1.11)$$

где  $K_{t_{\text{с.н}}}$ ,  $K_{t_{\text{с.н}}-1}$ ,  $K_{t_{\text{с.н}}-2}$  – капитальные вложения каждого года после окончания нормативного срока строительства;

$t_{\text{с.н}}$  – срок строительства сверх нормативного;

$K$  – капитальные вложения последнего года строительства;

$E_{\text{нп}}$  – норматив приведения разновременных затрат [62, с. 19-20].

Все указанные выше методы расчета потерь от «замораживания» капитальных вложений основываются на формуле простых процентов. Лишь в некоторых работах того периода приводились методы расчета потерь от

«замораживания» капитальных вложений с использованием сложных процентов ([78, с. 162; 80, с. 123]), однако в других аспектах они были некорректны.

Что касается определения и учета в расчетах экономической эффективности капитальных вложений эффекта или антиэффекта от ускорения или замедления продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития производственных мощностей, то его величину рассчитывали по формуле:

$$\mathcal{E}_{y(з)} = K \times E \times \Delta T, \quad (1.12)$$

где  $\mathcal{E}_{y(з)}$  – эффект от ускорения ввода объектов и производственных мощностей в эксплуатацию;

$K$  – объем капитальных вложений;

$E$  – расчетная норма доходности на капитал, вкладываемый в создание или развитие производственных мощностей;

$\Delta T$  – время ускорения ввода объектов и производственных мощностей в эксплуатацию.

В случаях, когда увеличивается продолжительность инвестиционной стадии проекта, ввод производственных мощностей в эксплуатацию величина  $\mathcal{E}_{y(з)}$  принимается с отрицательным знаком, а  $\Delta T$  принимается равным указанному увеличению продолжительности инвестиционной стадии.

Некорректность формулы (1.12) заключается в том, что:

- 1) формула основана на простых процентах, а не сложных;
- 2) в реальности при сокращении инвестиционной стадии суммарные дисконтированные затраты увеличиваются, и наоборот;

3) эффект от ускорения или замедления зависит не только от затрат на инвестиционной стадии, но и от результатов на эксплуатационной стадии. Они же, в свою очередь, также обратны изменению продолжительности инвестиционной стадии проекта. Кроме того, ускорение строительства (реконструкции, технического перевооружения, модернизации) производственных объектов, как правило, требует дополнительных затрат ресурсов.

Итак, что касается учета фактора времени в расчетах экономической эффективности капитальных вложений при планово-централизованной экономике, то он сводился, в основном, к расчетам величины потерь или выгод соответственно от увеличения или сокращения продолжительности строительства, реконструкции, технического перевооружения или модернизации объектов и распределения их во времени в течение инвестиционной стадии проекта. При этом все расчеты проводились для временного периода инвестиционной стадии и состояли в определении цены «замораживания» («омертвления») капитальных вложений. Фактор экономической эффективности ускорения производства продукции при этом не учитывался.

Учет фактора разновременности и неравноценности капитальных вложений и их отдачи предусматривался, но лишь частично и с погрешностями (вследствие отсутствия обоснования величины нормативного коэффициента экономической эффективности капитальных вложений).

Основным недостатком применявшегося метода определения цены (стоимости) омертвления капитальных вложений является то, что расчет ее величины как прироста или снижения национального дохода предусматривался с использованием простых, а не сложных процентов ее изменения во времени.

### **1.3. Анализ методических положений и инструментов учета фактора времени при оценке эффективности проектов в современных условиях хозяйствования**

Коренные изменения в системе социально-экономических отношений, произошедшие в стране в 1990-е годы, обусловили потребность в положениях и методах определения и оценки экономической эффективности инвестиций в социальное и экономическое развитие, адекватных новым изменившимся условиям хозяйствования.

В 1994 г. Министерством финансов РФ, Министерством экономики РФ, Госстроем и Госкомпромом России были утверждены «Методические

рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования» [37], а в 1999 г. – их вторая редакция с названием «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [38]. Данные рекомендации являются официальным действующим методическим документом в настоящее время.

В основу положений и методов расчета экономической эффективности инвестиционных проектов в указанном документе, имеющем статус официального, были приняты положения и методы, содержащиеся в «Руководстве по подготовке промышленных технико-экономических исследований» (*“Manual for the preparation of industrial feasibility studies”*) [8], разработанном для развивающихся стран в Международном центре промышленных исследований при ЮНИДО (Комитет по промышленному развитию при ООН) с участием Международного банка развития и реконструкции.

«Методические рекомендации...», как определено в их тексте, разработаны на основе базовых принципов оценки эффективности инвестиционных проектов в рыночной экономике, «применимых к любым типам проектов, независимо от их технических, технологических, финансовых, отраслевых или региональных особенностей:

1) рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла (расчетного периода) — от проведения преинвестиционных исследований до стадии ликвидации проекта;

2) моделирование денежных потоков, включающих все связанные с осуществлением проекта денежные поступления и расходы за расчетный период с учетом возможности использования различных валют;

3) сопоставимость условий сравнения различных проектов (вариантов проекта);

4) принцип положительности и максимума эффекта. Для того чтобы инвестиционный проект, с точки зрения инвестора, был признан эффективным, необходимо, чтобы эффект реализации порождающего его проекта был положительным; при сравнении альтернативных проектов предпочтение должно

отдаваться проекту с наибольшим значением эффекта;

5) 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 ресурсов и их оплатой; неравноценность разновременных затрат и/или результатов (предпочтительность более ранних результатов и более поздних затрат);

б) учет только предстоящих затрат и поступлений. При расчетах показателей эффективности предусмотрен учет только предстоящих в ходе осуществления проекта затрат и поступлений, включая затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, а также предстоящих потерь, непосредственно вызванных осуществлением проекта (например, от прекращения действующего производства в связи с организацией на его месте нового). Ранее созданные ресурсы, используемые в проекте, рекомендовано оценивать не затратами на их создание, а альтернативной стоимостью (*opportunity cost*), отражающей максимальное значение упущенной выгоды, связанной с их наилучшим возможным альтернативным использованием. Прошлые, уже осуществленные затраты, не обеспечивающие возможности получения альтернативных (т.е. получаемых вне данного проекта) доходов в перспективе (невозвратные затраты, *sunk cost*), в денежных потоках рекомендовано не учитывать, так как на значения показателей эффективности они не влияют. (Сказанное относится именно к оценке эффективности. В других случаях, например, при определении доли в составе капитала, учет прошлых затрат может оказаться необходимым);

7) сравнение «с проектом» и «без проекта». Оценка эффективности инвестиционных проектов должна производиться на основе сопоставления ситуаций не «до проекта» и «после проекта», а «без проекта» и «с проектом»;

8) учет всех наиболее существенных последствий проекта. При определении эффективности инвестиционных проектов должны учитываться все последствия

их реализации, как непосредственно экономические, так и внеэкономические (внешние эффекты, общественные блага). В тех случаях, когда их влияние на эффективность допускает количественную оценку, ее рекомендуется произвести. В других случаях учет этого влияния предложено осуществлять экспертным путем;

9) учет наличия разных участников проекта, несовпадения их интересов и различных оценок стоимости капитала посредством индивидуализации значений нормы дисконта;

10) многоэтапность оценки экономической эффективности на всех стадиях разработки и осуществления проектов при выборе схем финансирования и проведении экономического мониторинга;

11) учет влияния на эффективность инвестиционных проектов потребности в оборотном капитале, необходимом для функционирования создаваемых в ходе их реализации основных производственных фондов. (Вопросы влияния потребности в оборотном капитале на показатели эффективности ранее в проектной документации не прорабатывались. В то же время оборотный капитал может существенно влиять на эффективность инвестиционных проектов, особенно при наличии инфляции. Поэтому в «Методических рекомендациях...» уделяется большое внимание расчетам потребности в оборотных средствах);

12) учет влияния инфляции (учет изменения цен на различные виды продукции и ресурсов в период реализации проекта) и возможности использования при реализации проекта нескольких валют;

13) учет (в количественной форме) влияния неопределенностей и рисков, возможных при реализации проектов [38, с. 15–16].

В качестве категорий экономической эффективности инвестиционных проектов в «Методических рекомендациях...» приняты: коммерческая, бюджетная и общественная (социально-экономическая), а в качестве конкретных показателей эффективности – чистый доход (ЧД), чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности инвестиций (ИД), внутренняя норма доходности

инвестиций (ВНД) и срок окупаемости инвестиций ( $T_{ок}$ ).

Под коммерческой эффективностью инвестиционных проектов предписано понимать «финансовые последствия осуществления инвестиционных проектов для участника/участников, его реализующих в предположении, что он/они производят все необходимые для реализации проекта затраты и пользуется всеми его результатами» [38, с. 14].

Под бюджетной эффективностью инвестиционного проекта предписано понимать «эффективность участия государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней» [38, с. 15].

В части общественной (социально-экономической) эффективности определено, что ее показатели «должны учитывать социально-экономические последствия инвестиционного проекта для общества в целом, в том числе как непосредственные результаты и затраты проекта, так и «внешние» затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты» [38, с. 14].

Принятые в качестве конкретных показателей экономической эффективности инвестиционных вложений чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности инвестиций (ИД), внутренняя норма доходности инвестиций (ВНД) и срок окупаемости инвестиций ( $T_{ок}$ ) с учетом их раскрытия в первой редакции «Методических рекомендаций...» [37] представляют собой следующие величины:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T (B_t - Z_t - I_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (1.13)$$

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (B_t - Z_t) \frac{1}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T I_t \frac{1}{(1+E)^t}}, \quad (1.14)$$

$$\sum_{t=0}^T (B_t - Z_t) \frac{1}{(1+E_{6H})^t} = \sum_{t=0}^T I_t \frac{1}{(1+E_{6H})^t}, \quad (1.15)$$

$$\sum_{t=0}^{T_{OK}} (B_t - Z_t) \frac{1}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^{T_{OK}} I_t \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (1.16)$$

где  $B_t$  – выручка от производства и реализации продукции на  $t$ -ом шаге расчета;

$Z_t$  – затраты на производство и реализацию продукции на  $t$ -ом шаге расчета;

$I_t$  – инвестиции на  $t$ -ом шаге расчета;

$E$  – норма дисконта (ставка дисконтирования);

$T$  – продолжительность расчетного периода (горизонт расчета).

Как видно из указанных формул (1.13) – (1.16), центральное место в них занимает показатель нормы дисконта. Это касается как формул (1.13), (1.14), (1.16), так и величины  $E_{вн}$  в формуле (1.15). При этом в формулах (1.13) и (1.14) ему в большей степени отводится роль приведения и учета фактора обесценения денег во времени, хотя в то же время можно трактовать его и как желаемую норму доходности осуществляемых вложений.

Другим показателем, отражающим учет фактора времени, входя непосредственно в формулы расчета показателей экономической эффективности инвестиционных вложений, является величина расчетного периода (горизонта расчета), за которой они определяются. В «Методических рекомендациях...» определено, что он «...должен охватывать весь жизненный цикл разработки и реализации проекта вплоть до его прекращения» [38, с. 89].

К другим формам (аспектам) проявления фактора времени, подлежащим учету при определении экономической эффективности инвестиционных проектов в «Методических рекомендациях...» отнесены следующие:

- «динамичность технико-экономических показателей предприятия, проявляющаяся в изменениях во времени объемов и структуры производимой продукции, норм расхода сырья, численности персонала, длительности производственного цикла, норм запаса материалов и т.д.;

- физический износ основных фондов, обуславливающий общие тенденции к снижению их производительности и росу затрат на их содержание, эксплуатацию и ремонт на протяжении расчетного периода;

- изменение во времени цен на производимую продукцию и потребляемые ресурсы;
- несовпадение объемов выполняемых строительно-монтажных работ с размерами оплаты этих работ, в частности необходимость авансирования подрядчиков;
- одновременность затрат, результатов и эффектов, т.е. осуществление их в течение всего периода реализации проекта, а не в какой-то один фиксированный момент времени;
- изменение во времени экономических нормативов (ставок налогов, пошлин, акцизов, размеров минимальной оплаты труда);
- разрывы во времени (лаги) между производством и реализацией продукции и между оплатой и потреблением ресурсов» [38, с. 200–201].

Принятие чистого дисконтированного дохода, как это определено в «Методических рекомендациях...», а также рекомендации по учету фактора времени в них подвергаются в печати обоснованной критике.

Так, В.Б. Дасковский и В.Б. Киселев, оценивая показатель чистого дисконтированного дохода (ЧДД), как характеристику экономической эффективности инвестиционных проектов, называют его «суррогатным, экономически некорректным показателем, по сути – случайной не информативной цифрой» [16, с. 12]. По их мнению, «показатели ЧДД и внутренней нормы доходности (ВНД) не являются показателями эффективности. Их структура не соответствует классическому пониманию категории эффективности как отношение результата к затратам» [16, с. 12–13].

С мнением указанных авторов, что показатель чистого дисконтированного дохода не соответствует классическому пониманию эффективности как относительной величины (отношения результата к использованным ресурсам или затратам) следует согласиться. Что касается критического отношения к внутренней норме доходности, как показателю экономической эффективности инвестиционных проектов, то с этим согласиться нельзя. Наоборот, величина ВНД, по сути, есть та годовая норма доходности на капитал, при которой

величина дохода, который получит инвестор от производства и реализации продукции в результате осуществления проекта, равна величине его инвестиционных вложений в создание производственного капитала. Здесь проблема не в содержании самого показателя ВНД, а в том, за какой временной период рассчитывается его величина, т.е. в учете фактора времени.

В части учета фактора времени при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов В.Б. Дасковский и В.Б. Киселев в той же работе, отмечая недостатки положений существующих «Методических рекомендаций...», пишут, что «практика настоятельно требует совершенствования метода учета фактора времени. Необходимо нахождение показателя, который бы однозначно показывал величину прибыли с учетом фактора времени, которую можно получить при реализации рассматриваемого проекта. С другой стороны, следует определить способ корректного сравнения финансового и материального ИП с получением обоснованного эффекта от реализации лучшего из них» [16, с. 11].

Соответственно данной собственной установке указанные авторы в той же работе предложили свой названный ими принципиальным и обобщающим показатель эффективности производства чувствительности к инвестиционным затратам ( $ОЭ_i$ ) и показатель чистого интегрального дохода (прибыли) инвестиционного проекта с учетом фактора времени ( $ЧДВ$ ), определяемые по формулам:

$$ОЭ_i = P_i / (C_i + P_i) = P_i / (C_i + R_n \times K_i), \quad (1.17)$$

$$ЧДВ = \sum_{t=T_c}^{T_p} (P_t + \alpha_t)(1 + \beta)^{T_p - t} - \sum_{t=1}^{T_c} K_t(1 + \beta)^{T_c - (t-1)} \rightarrow \max, \quad (1.18)$$

где  $P_i$  и  $C_i$  – размеры годовой чистой прибыли и текущих затрат предприятия после реализации  $i$ -го проекта;

$K_i$  – сумма капитальных вложений, необходимых для реализации  $i$ -го проекта (будущая величина активов);

$R_n$  – норматив рентабельности инвестиций;

$R_n \times K_i$  – нормативная прибыль;

$\Pi_t$  – чистая прибыль в  $t$ -ом году реализации инвестиционного проекта;

$K_t$  – капитальные вложения в  $t$ -ом году реализации инвестиционного проекта;

$T_c$  и  $T_p$  – сроки завершения строительства и расчетного периода;

$\beta$  – годовой процент накопления на банковском депозите [16, с. 261].

По мнению авторов указанных показателей, рассчитанную величину показателя  $OЭ_i$  необходимо сравнивать с его нормативной величиной  $OЭ_n$ . При этом конкретных рекомендаций по определению величины  $OЭ_n$  ими не дается, а предлагается принять по данным наиболее экономически результативных проектов.

Что касается показателя ЧДВ, то по их ни чем не подкрепленному мнению, он по своей структуре является аналогом показателя чистого дисконтированного дохода, но в отличие от него их показатель ЧДВ якобы дает «реальное представление о движении и величине дохода по годам создания и эксплуатации будущего объекта и показывает не остаток прибыли инвестиционного проекта после вычета из нее неполученного дохода на финансовом рынке, а ее полную величину» [16, с. 271–272].

А в качестве обобщающего показателя эффективности производства ( $OЭВ$ ) с использованием его исходного выражения для годовых измерений и показателя ЧДВ ими предложено соотношение» [16, с. 272].

$$OЭВ = \frac{ЧДВ}{\sum_{t=T_c}^{T_p} Z_t + \sum_{t=T_c}^{T_p} (\Pi_t + \alpha_t)(1 + \beta)^{T_p - t}}, \quad (1.19)$$

где  $Z_t$  – годовые текущие затраты без амортизации.

В рассматриваемой работе В.Б. Дасковского и В.Б. Киселева ее авторами в качестве основной решаемой проблемы, в принципе, заявлена проблема учета фактора времени при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов (этому посвящен второй раздел, состоящий из четырех глав). Следует, однако, отметить, что в итоге решение указанной проблемы они свели все-таки в принципе к тому же дисконтированию денежных потоков. Ими не дано

рекомендаций по принятию величины расчетного периода (горизонта расчета). Между тем, вряд ли одинаковым будет горизонт расчета, например, для инвестиционных проектов по строительству гидроэлектростанции, магистрального газо- или нефтепровода с длительными инвестиционными стадиями и, например, обувной фабрики, где эта стадия меньше и ниже капиталоемкость производства.

В указанной работе отсутствует рассмотрение содержания и форм проявления (составляющих) фактора времени в инвестиционном процессе и, соответственно, предложения по методам их учета при экономических расчетах и обоснованиях.

Что же касается непосредственно оценки изложенных выше предложенных ими методов и показателя оценки экономической эффективности инвестиций, то по ним можно высказать ряд серьезных замечаний, которые не обязательно подробно рассматривать, так как это непосредственно не необходимо для решения исследуемой в данной работе проблемы.

В. В. Царев и А. А. Канторович в своей критике рассматриваемых «Методических рекомендаций...» в качестве основного недостатка принятых в них положений по оценке экономической эффективности инвестиций, касающихся учета фактора времени, отмечают отсутствие указаний по обоснованию и принятию ставки дисконтирования – нормы доходности производственного капитала создаваемых предприятий и организаций. Данную критику следует признать справедливой, так как ставки дисконтирования по мнению ряда исследователей не могут быть одинаковыми для различных сфер производства и оказания услуг [79].

Рассмотрим далее суть и содержание предписаний в действующем указанном выше официальном методическом документе по учету фактора времени при проведении инвестиционных расчетов.

Динамичность технико-экономических показателей предприятий, проявляющаяся в изменениях во времени объемов и структуры производимой продукции, норм расхода сырья, численности персонала, длительности

производственного цикла, норм запасов и др. в нем предписывается учитывать «...путем формирования исходной информации для определения денежных потоков с учетом особенностей процесса производства на каждом шаге расчетного периода» [38, с. 200].

Прежде всего, следует отметить, что конкретные методы определения возможных изменений в объемах и структуре производства продукции, норм расхода производственных ресурсов и др. в указанном методическом документе отсутствуют и, следовательно, нет метода учета рассматриваемого совокупного фактора в расчетах экономической эффективности инвестиционных вложений.

Далее, учет данного совокупного фактора относится все-таки не непосредственно к рассчитываемым показателям экономической эффективности инвестиционных вложений, а к расчетам по определению рисков инвестирования.

Учет фактора физического износа основных фондов, обуславливающего снижение производительности труда и, соответственно, объемов производства и реализации продукции, а также увеличение затрат на их содержание, эксплуатацию и ремонт предписано учитывать «...в исходной информации при формировании производственной программы, операционных издержек (в том числе расходов на периодически проводимые капитальные ремонты) и сроков замены основного технологического оборудования» [38, с. 200]. Данная рекомендация в общем виде принципиальных возражений не имеет. Но в рассматриваемом методическом документе конкретные методы по определению требуемой информации о снижении объема производства по мере физического износа основных фондов также отсутствуют. Также отсутствуют рекомендации и указания по увеличению себестоимости производства продукции вследствие и в периоды и моменты средних и капитальных ремонтов их.

Рекомендация учета при расчетах показателей экономической эффективности инвестиционных вложений фактора изменения во времени цен на подлежащую производству продукцию и потребляемые производственные ресурсы, в принципе, верна. Но также, как и по рассмотренным выше факторам, конкретные рекомендации по прогнозированию изменения цен, как на

подлежащую к производству продукцию, так и на потребные производственные ресурсы, отсутствуют.

Фактор несовпадения объемов выполняемых строительно-монтажных работ с размерами оплаты этих работ и необходимости авансирования подрядчиков, учет которого предписано производить путем использования в расчетах данных о размерах платежей подрядным организациям [38, с. 201] вряд ли можно относить к фактору времени. Этот фактор по своей экономической сущности – есть степень неопределенности в размере капитальных вложений, обусловленной недостаточными инженерными и экономическими изысканиями, ошибками в проектировании и определении сметной стоимости строительства. Эта сторона экономических расчетов потому должна при экономических обоснованиях и оценке относиться не к учету фактора времени, а к оценке надежности самих расчетов показателей экономической эффективности.

Учет фактора разновременности затрат, результатов и эффектов, т.е. осуществления их в течение всего периода реализации инвестиционных проектов предписано учитывать в расчетах показателей экономической эффективности инвестиционных вложений путем дисконтирования денежных потоков в неизменных или дефлированных (учитывающих инфляцию) ценах. При этом каждый элемент денежного потока подлежит умножению «...не только на коэффициент дисконтирования  $\alpha_m$ , но и на коэффициент распределения  $\gamma_m$ . Первый из этих коэффициентов ... приводит значение денежного потока от момента  $t_m$  (конца  $m$ -го шага) к моменту, а второй учитывает распределение поступлений, затрат и эффектов внутри  $m$ -го шага» [38, с. 201–202].

В «Методических рекомендациях...» соответственно указанному его положению об учете степени распределения капитальных вложений, получения кредитов, выплаты процентов по ним, поступления выручки и др. даны формулы расчета указанного коэффициента распределения.

Но, как это видно и из примеров расчета показателей экономической эффективности инвестиционных проектов, приведенных в приложениях в рассматриваемом методическом документе, использование указанного

коэффициента отсутствует.

Учет лагов доходов и расходов, под которыми принято понимать разрыв по времени соответственно между производством продукции и поступлением выручки от ее реализации и между оплатой сырья, материалов, комплектующих и т.п. и их потреблением в производстве, при расчетах показателей экономической эффективности инвестиционных проектов рекомендовано тремя способами.

Первый способ состоит в том, что на каждом шаге расчета рассчитывается стоимость произведенной продукции, а также все затраты, а также изменение суммы оборотных средств.

При втором способе на каждом шаге расчета рассчитывается не стоимость произведенной продукции, а реализованной и оплаченной. При этом лаги доходов отсутствуют, а лаги расходов принимаются равными величинам разрывов во времени между средним моментом осуществления расходов и серединой шага расчета.

При третьем способе, являющимся более точным в учете доходов и расходов во времени, предусматривается определение на каждом шаге расчета только тех денежных поступлений и затрат, которые имеют место именно на этом шаге. В первую очередь это относится к величине оплаты отгруженной продукции.

В порядке оценки указанных предписаний по учету лагов доходов и расходов при оценке экономической эффективности инвестиционных вложений необходимо указать, что они в большей степени относятся к оценке фактической эффективности функционирования наличных производственных мощностей, наличного производственного капитала. А на стадиях технико-экономических обоснований при принятии решений об экономической целесообразности реализации оцениваемых инвестиционных проектов достаточно затруднительно точно определять будущие денежные потоки, как результат производства и реализации продукции.

На прединвестиционной стадии реализации инвестиционных проектов важнейшими лагами являются лаги проектирования, инженерных и инженерно-

геологических изысканий, освоения капитальных вложений, производства строительных, монтажных и пуско-наладочных работ, нахождения оборудования на складах. В «Методических рекомендациях...» указанные лаги при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов практически не рассматриваются.

К рассмотренному выше в отношении «Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция)» необходимо добавить следующее.

В этих «Методических рекомендациях...», как было сказано выше, предписано рассчитывать и анализировать денежные потоки, отражающие поступления и затраты, как в процессе создания производств, так и в процессе производства и реализации продукции. При этом даны, в частности, общие формулы расчета чистого дохода (ЧД) – сальдо денежного потока – и чистого дисконтированного дохода (ЧДД) – накопленного дисконтированного эффекта за расчетный период:

$$\text{ЧД} = \sum_m \phi_m, \quad (1.20)$$

$$\text{ЧДД} = \sum_m \phi_m \alpha_m, \quad (1.21)$$

где  $\phi_m$  – денежные потоки по  $m$ -ым шагам реализации проектов (шагам расчетного периода);

$\alpha_m$  – дисконтный множитель, равный  $1 / (1 + E)^m$  (для сумм полученных или затраченных после момента приведения) или  $(1 + E)^m$  (для сумм полученных или затраченных до момента приведения);

$E$  – норма дисконтирования [38, с. 27].

Выше на стр. 34 при анализе предписываемых показателей эффективности показателей чистого дисконтированного дохода, индекса доходности инвестиций, внутренней нормы доходности и срока окупаемости инвестиций были использованы формулы их расчета, содержащиеся в первой редакции. Указанные формулы, однако, требуют корректировки при оценке экономической

эффективности инвестиционных вложений и, в первую очередь, при определении предписанной коммерческой эффективности.

При определении всех показателей чистого дисконтированного дохода, индекса доходности инвестиций, внутренней нормы доходности и срока окупаемости из величины выручки от производства и реализации продукции необходимо вычесть сумму налога на добавленную стоимость, а также налог на валовую прибыль известными методами, а конкретно путем умножения величины выручки на два коэффициента, рассчитываемых по формулам:

$$K_1 = \left(1 - \frac{H_{д.с.}}{100 + H_{д.с.}}\right), \quad (1.22)$$

$$K_2 = \left(1 - \frac{H_n}{100}\right), \quad (1.23)$$

где  $H_{д.с.}$  и  $H_n$  – ставки налогов на добавленную стоимость и на прибыль, %.

А поскольку налог на добавленную стоимость относится к налогам т.н. инвойсного характера, в связи с чем часть его, содержащаяся в потребленных в комплектующих изделиях, материалах и других потребленных ресурсах, по которым уплачен налог на добавленную стоимость их изготовителями, подлежит возврату, то эта подлежащая возврату сумма налога на добавленную стоимость должна быть добавлена к величине чистой прибыли инвестора/инвесторов.

## Выводы по главе 1

По материалам рассмотрения в данной первой главе можно сделать следующие основные выводы:

1. В связи с тем, что процессы создания новых промышленных производств, их развития, реконструкции, технического перевооружения или модернизации протекают во времени, в течение которого происходят различные по характеру и объему изменения как в их внутренней среде, так во внешней экономической и организационной среде осуществления, учет фактора времени при оценке эффективности инвестиций и капитальных вложений является объективно необходимым.

2. В период планово-централизованной экономики в стране учет фактора времени был обязательным при оценке эффективности вложений во все сферы и объекты народного хозяйства. Указанный учет, однако, в основном сводился к определению цены «замораживания» («омертвления») капитальных вложений. При этом рассматривались и учитывались потери вследствие лагов (запаздываний) проектирования, производства строительно-монтажных работ, разработки новых технологий производства продукции и др.

3. Действующим официальным методическим документом «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция)» предусматривается учет фактора времени при проведении инвестиционных расчетов, который сводится, в основном, к учету фактора одновременности инвестиционных вложений и получения экономических результатов посредством их дисконтирования/приведения во времени. Предписано расчетный период, за который определяется экономическая эффективность инвестиционных проектов принимать продолжительность жизненного цикла их без рекомендаций по его определению. Указывается на необходимость учета при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов изменений во времени объемов производства продукции, цен на нее и цен на сырье, материалы, требуемые для производства, а также фактора

физического износа основных производственных фондов, но конкретные методы и расчетные формулы в этой части в указанном методическом документе отсутствуют.

Указанные основные выводы определяют необходимость более глубокого исследования как самого фактора времени, форм его проявления и действия применительно и по отношению к проектам создания и развития объектов промышленного производства, так и инструментов учета его при оценке экономической эффективности соответствующих вложений.

## **ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПОДХОДА К УЧЕТУ ФАКТОРУ ВРЕМЕНИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛОЖЕНИЙ В ОБЪЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **2.1. Определение и структуризация основных форм проявления фактора времени в реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства**

Прежде чем разрабатывать конкретные инструменты учета фактора времени при оценке экономической эффективности реализуемых промышленными предприятиями и организациями проектов создания и развития объектов промышленного производства, необходимо рассмотреть содержание и формы проявления фактора времени.

В предыдущей главе (в параграфах 2 и 3) кратко рассмотрена практика учета фактора времени при оценке экономической эффективности капитальных вложений и инвестиций в период планово-централизованной экономики при государственной форме собственности на производственный капитал и положения и методы оценки экономической эффективности, принятые в ныне действующем официальном методическом документе «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция)».

Подчеркнем еще раз, что из анализа, выполненного в первой главе, вытекает следующий основной вывод:

- при государственной форме собственности на производственный капитал учет фактор времени при принятии решений о вложениях в создание и развитие объектов промышленного производства сводился к: а) определению величины экономических потерь от увеличения продолжительности их строительства или реконструкции; б) учету т. н. «замораживания» («омертвления») капитальных вложений в течение периода строительства/реконструкции объектов;

- в действующем ныне указанном официальном методическом документе по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов приводится несколько форм проявления фактора времени, но конкретные рекомендации даны лишь в части учета разновременности затрат, результатов и эффектов, изменения во времени цен на продукцию и ресурсы (инфляции) и двух форм лагов (лаги между производством и реализацией продукции и между оплатой и потреблением ресурсов).

Анализ литературных источников показывает, что проблема учета фактора времени при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов и соответствующих вложений в создание и развитие производственных мощностей и объектов в отраслях промышленности и других сферах экономики не сводится к учету только указанных выше форм проявления. Содержание фактора времени и его действие на показатели экономической эффективности инвестиций и капитальных вложений в создание, развитие или модернизацию производственного капитала гораздо шире. В связи с этим рассмотрим более подробно формы проявления фактора времени на всех стадиях реализации проектов по созданию и развитию объектов промышленного производства в промышленности: преинвестиционной, инвестиционной, эксплуатационной (операционной), ликвидационной.

Поскольку все процессы, в том числе и процесс реализации проектов промышленного развития, протекают во времени, то соответственно этому рассмотрим, какие параметры определяются или зависят от продолжительности и сроков их реализации этих проектов в целом и от продолжительности и сроков на соответствующих этапах их реализации.

Одной из наиболее общих форм проявления фактора времени при реализации проектов создания и развития промышленных объектов, действующей на всех стадиях их реализации, является разновременность производимых затрат и получаемых экономических результатов. Денежные потоки затрат, результатов и эффекта при реализации указанных проектов относятся к разным моментам времени и в силу этого обладают различной ценностью для инвестора, поэтому

напрямую сравнивать их друг с другом нельзя.

Разновременность денежных потоков во всех инвестиционных проектах по созданию производственных мощностей обычно учитывается с помощью метода дисконтирования (англ. *discounted cash flow*). Этот метод основывается на концепции временной ценности денег (англ. *the time value of money*), гласящей, что стоимость одной денежной единицы сегодня больше, чем стоимость одной денежной единицы в будущем, т. к. имеющаяся сегодня денежная единица может быть инвестирована и приносить доход. Концепция дисконтирования основывается на формуле сложных процентов и имеет многовековую историю применения в практической деятельности, насчитывающую, по меньшей мере, восемь столетий [69].

Осуществление инвестиционных вложений в более поздние сроки, либо получение экономического результата от эксплуатации объекта инвестирования в более ранние сроки дает возможность производительно использовать эти средства в каком-либо другом инвестиционном проекте (обычно финансовом), где они могут принести эффект в виде процента на капитал. Полученный эффект может быть вновь вложен в производство и т. д. вплоть до того момента, когда наступит время использования всех этих средств вместе с полученным от них эффектом.

Наибольшее распространение за рубежом и в современной России получила дискретная модель дисконтирования денежных потоков, хотя в некоторых случаях целесообразно использование непрерывной модели, основанной на интегральном исчислении. Кроме того, обычно используется постоянная ставка дисконтирования, однако более корректно применять ставку дисконтирования, переменную во времени.

Сегодня дисконтирование – единственный научно обоснованный инструмент учета разновременности денежных затрат и поступлений при реализации инвестиционных проектов. Однако в отношении его применения до сих пор имеются некоторые спорные моменты, главный из которых – невозможность определения «правильной» ставки дисконтирования. Необоснованно завышенная ставка дисконтирования предъявляет высокий порог

эффективности инвестиционного проекта, в то время как необоснованно заниженная ставка может способствовать реализации неэффективных проектов.

В проектах создания и развития объектов промышленного производства капитальные вложения осуществляются на протяжении достаточно длительного временного периода, в течение которого они не могут приносить доход. Это явление в отечественной научной литературе обычно называется «замораживанием» (или «омертвлением») капитальных вложений. Оно влечет за собой определенные финансовые потери (условного характера), величина которых в планово-централизованной экономике с государственной формой собственности производственного капитала оценивалась объемом недополученного национального дохода, а в рыночной экономике – объемом упущенной выгоды от альтернативного вложения данных ресурсов в доходный финансовый проект.

Как было показано в первой главе, проблема определения цены/стоимости «замораживания» капитальных вложений была очень актуальной до перехода страны к рыночной экономике. В принципе, она и составляла основу проблемы учета фактора времени при расчетах и обоснованиях экономической эффективности капитальных вложений.

С переходом России к рыночной экономике в 1990-х гг. и сменой субъекта инвестирования (им стало не только государство, его органы хозяйствования, а и частный капитал) проблема учета народнохозяйственных потерь от «замораживания» капитальных вложений как особой формы проявления фактора времени в инвестиционном процессе фактически исчезла из научной литературы. Действующие «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [38], заменившие в новых условиях прошлую «Типовую методику...», не рассматривают «замораживание» капитальных вложений как форму проявления фактора времени и не содержат никаких формул расчета потерь от него по причине того, что учет потерь от «замораживания» по своей сути встроен в общий механизм учета разновременности денежных потоков инвестиционного проекта [69].

Но и для современных условий хозяйствования проблема «замораживания» капитальных вложений при реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства все-таки не утрачивает свою актуальность в том смысле, что при принятии инвестиционных решений необходим учет времени, в течение которого они как бы «замораживаются» и не приносят дохода на них. Соответственно этому необходимы оценка и учет времени задержки или ускорения сроков строительства или реконструкции при осуществлении проектов создания и развития промышленных объектов.

В практике обоснования и оценки экономической эффективности капитальных вложений при рассмотрении принято использование категории инвестиционных лагов различного рода. Само понятие «инвестиционный лаг» определяется в экономических словарях «обычно как временной разрыв между осуществлением инвестиций и их окупаемостью, либо как интервал времени между предоставлением инвестиций на строительство объектов и вводами основных фондов или производственных мощностей в эксплуатацию» [27, с. 135-136]. И в том, и в другом случае понятие лага связано с «замораживанием» инвестиций.

Определение величины инвестиционных лагов, как и проблема «замораживания» капитальных вложений, занимала важное место в трудах отечественных экономистов. В 1971 г. были опубликованы отдельные «Краткие методические указания по определению величины лага капитальных вложений в отраслях промышленности и народного хозяйства» [26].

В действующих официальных «Методических рекомендациях...» 1999 г. рассматриваются другие виды лагов – лаги между производственными и финансовыми операциями, именуемые лагами расходов и доходов. Лаг расходов представляет собой разрыв во времени между потреблением товара или услуги и его оплатой. Лаг доходов является разрывом во времени между производством продукции и получением выручки от ее реализации [38, с. 208].

Проблема сокращения времени «замораживания» капитальных вложений и оценка стоимости этого омертвления с изменением формы собственности на

производственный капитал не только не устраняется, а, наоборот, возрастает, в том числе в связи с ускорением темпов научно-технического прогресса.

При расчетах показателей экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства весьма важное значение имеет принимаемая величина продолжительности расчетного периода. Срок, в течение которого проект признается эффективным, должен быть обоснован, а не определяться интуитивно. При превышении научно обоснованной величины расчетного периода проект может быть признан неэффективным, в то время как при правильно определенном периоде он обеспечивает высокую эффективность. Единого критерия определения величины расчетного периода проекта в «Методических рекомендациях» и научной литературе нет. Расчетный период обычно предлагается определять на основе следующих показателей [8; 12]:

- 1) срок службы основных средств (с учетом морального износа);
- 2) срок действия патента, лицензии, контракта;
- 3) жизненный цикл производимой продукции;
- 4) возможности альтернативных инвестиций;
- 5) административные ограничения;
- 6) максимальный срок, на который можно осуществить прогноз.

Определяющей величиной при оценке расчетного периода инвестиционного проекта является продолжительность его эксплуатационной стадии, которая в большей степени зависит от жизненного цикла основных средств, а в некоторых случаях – и от жизненного цикла производимой продукции. Жизненный цикл основных средств ограничен рядом факторов, в первую очередь, их изнашиванием. В результате эксплуатации основные средства постепенно теряют часть своих полезных производительных свойств. Принято различать физический и моральный виды изнашивания.

С фактором определения горизонта расчета – продолжительности времени, за который определяются показатели экономической эффективности инвестиций – непосредственно связан фактор физического изнашивания создаваемых

основных средств. Физическое изнашивание – это процесс ухудшения физического состояния основных средств и их производственных характеристик под воздействием эксплуатационных нагрузок и внешней среды, сопровождаемый утратой их первоначальной потребительской стоимости и влекущий замену их на новые средства труда.

Принято различать два вида физического изнашивания основных средств:

1) физическое изнашивание, возникающее вследствие эксплуатации основного средства по целевому назначению в производственном процессе под влиянием производственных факторов, таких как силы трения, нагрев, вибрация, знакопеременные механические нагрузки и т.п., в результате чего постепенно изнашиваются отдельные детали основного средства, сокращаются их размеры. Данный вид физического изнашивания компенсируется за счет амортизации – переноса стоимости средства труда на стоимость создаваемой с его помощью продукции;

2) физическое изнашивание, связанное с воздействием на основное средство факторов внешней среды (атмосферы, температуры и т.п.), либо с непроизводительным бездействием основного средства и сопутствующим ему процессами коррозии, гниения и т.п. Данный вид физического изнашивания не компенсируется и приводит к чистым потерям.

Вследствие физического изнашивания эксплуатируемых на промышленном предприятии основных средств в худшую сторону меняются их свойства по производству продукции, товаров или оказанию услуг. На первой стадии физического износа происходит постепенное ухудшение технико-экономических показателей эксплуатации основного средства, однако оно по-прежнему способно удовлетворять определенные потребности, для которых было произведено. Производительность основного средства в единицу времени и полезное время его эксплуатации уменьшаются, а затраты сырья, материалов, топлива и энергии, наоборот, возрастают. На второй стадии основное средство уже не обладает способностью выполнять свои производственные функции. Дальнейшая эксплуатация основного средства может быть недопустима также по условиям

техники безопасности.

Из сказанного в части учета фактора времени при оценке экономической эффективности вложений в создание или развитие объектов промышленного производства следует, что важной составляющей при этой оценке является фактор физического изнашивания создаваемых или модернизируемых основных средств вследствие как снижения их производительности (объема реализации продукции), так и снижения качества продукции (цены реализации).

Помимо физического изнашивания, эксплуатируемые в промышленном производстве основные средства подвержены также и моральному изнашиванию (износу), который мы будем далее называть «экономическим устареванием», как это делал С.Г. Струмилин [59]. По мнению автора диссертации, такая формулировка более корректна и лучше отражает сущность этого процесса. С точки зрения жизненного цикла эксплуатируемого основного средства, экономическое устаревание обычно наступает раньше физического износа, то есть основные средства, которые еще могут быть использованы в производстве, уже экономически не эффективны или недостаточно эффективны по сравнению с новыми. Таким образом, под экономическим устареванием понимается частичное или полное обесценивание основных средств под воздействием внешних для предприятия изменений в микро- и макросреде.

Принято рассматривать и учитывать три вида (рода) экономического устаревания:

1. Экономическое устаревание первого рода – это снижение стоимости эксплуатируемого в производстве основного средства вследствие удешевления процесса его изготовления благодаря достижениям научно-технического прогресса, усовершенствованию методов производства и повышению производительности труда [70]. Экономическое устаревание первого рода может быть учтено при переоценке стоимости основных средств.

2. Экономическое устаревание второго рода – это снижение стоимости эксплуатируемого в производстве основного средства в силу появления на рынке более качественных и производительных аналогов. Низкая производительность

морально устаревшего оборудования приводит к увеличению себестоимости производимой продукции. Экономическое устаревание второго рода может быть частичным (основное средство возможно использовать на других участках производства, где оно еще будет эффективно), полным (дальнейшая эксплуатация основного средства в любых условиях убыточна) или скрытой формы (угроза обесценивания основного средства в результате появления новых, более производительных и экономичных основных средств). Экономическое устаревание второго рода устраняется посредством модернизации основных средств. Экономическое устаревание первого и второго рода, возникающее в результате появления более дешевых и более экономичных основных средств, является прямым видом экономического устаревания.

3. Экономическое устаревание третьего рода (косвенное) – это снижение стоимости эксплуатируемого в производстве основного средства вследствие различных причин:

а) функциональных (технологических) причин, когда предприятие переходит к производству продукции более высокого качества или принципиально новых видов продукции, не нуждающихся в использовании основного средства. Действие такого косвенного экономического устаревания носит мгновенный характер. Используемая в производстве специальная техника сразу же теряет свою стоимость, как только выпускаемые с ее помощью изделия снимаются с производства;

б) эргономических причин, когда меняются требования к условиям труда, и основное средство перестает соответствовать повышенным требованиям безопасности или привлекательности труда;

в) юридических причин, связанных преимущественно с законодательным и нормативно-правовым регулированием проблем экологического и социального характера;

г) «модного» устаревания вследствие изменения эстетических, имиджевых и статусных требований и запросов со стороны производителей и потребителей.

В отношении пассивной части основных средств (зданий, сооружений)

можно также выделить локальное устаревание, когда изменение экономической обстановки в месте нахождения здания или сооружения, в частности, перемещение коммерческих площадей, строительство новых дорог и автомагистралей, делает нецелесообразным функционирование здания или сооружения в данном месте.

Косвенное экономическое устаревание, в отличие от прямого экономического устаревания первого и второго рода, оказывает решающее воздействие на сроки службы (эксплуатации) действующего специального и нестандартного оборудования, используемого в промышленном производстве. Опыт эксплуатации такого оборудования показывает, что косвенное экономическое устаревание значительно сокращает сроки его эксплуатации, ограничивая их в пределах 10 лет, а в некоторых отраслях – порядка 3–7 лет. Косвенное экономическое устаревание влечет за собой большие финансовые потери.

В промышленном производстве экономическое устаревание, как первого, так и второго рода, в большей степени, чем косвенное, оказывает непосредственное влияние на сроки эксплуатации используемых основных средств. Темпы роста производительности труда в основном производстве намного превышают такие же темпы в ремонтном деле. Поэтому стоимость воспроизводства основных средств снижается быстрее, чем происходит удешевление ремонтных работ. На каждом данном этапе равенство ремонтных затрат и стоимости аналогичного нового изделия наступает несколько быстрее во времени, чем это было в прошлом. Такое равенство – это условие прекращения эксплуатации старого и замены его новым аналогичным основным средством, поскольку очевидно, что если за те же самые ресурсы, которые расходуются на проведение ремонта, можно приобрести новое основное средство, то нецелесообразно продолжать использовать действующее основное средство.

Таким образом, экономическое устаревание первого рода сокращает сроки эксплуатации действующих основных средств. Такое же действие на эксплуатируемые основные средства оказывает и экономическое устаревание

второго рода, только его влияние при этом несколько шире и не ограничивается снижением стоимости воспроизводства основных средств. Главный действующий здесь фактор – это появление новых, более прогрессивных основных средств, эксплуатация которых позволяет удовлетворять те же потребности, но со значительно меньшими затратами за счет более высокой их производительности и относительно меньшего расхода материальных и трудовых ресурсов.

Снижение текущих затрат на удовлетворение потребности при использовании более прогрессивных основных средств позволяет направить высвобождающиеся в результате экономии средства на увеличение объема их производства. Последнее обстоятельство в случае отсутствия дефицита данных основных средств сокращает срок эксплуатации действующих основных средств, так как их будут вытеснять вновь поступающие в эксплуатацию более совершенные виды основных средств.

При прогнозировании результатов проекта создания или развития объектов промышленного производства необходимо также учитывать экономическое устаревание производимой промышленной продукции, который может привести к косвенному экономическому устареванию создаваемых или модернизируемых основных средств.

Физическое изнашивание и экономическое устаревание непосредственно влияют на сроки эксплуатации основных средств и, следовательно, на эффективность проектов в промышленности. В то же время, формирование фактических сроков эксплуатации основных средств практически происходит совершенно независимо от установленных нормативных амортизационных сроков эксплуатации [23, с. 23]. Степень физического износа основного средства определяет его физический срок эксплуатации. Однако с экономической точки зрения далеко не всегда целесообразно эксплуатировать основное средство в течение его физического срока эксплуатации. Физическое изнашивание основного средства приводит к снижению его остаточной (ликвидационной) стоимости и увеличению расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание. Экономическое устаревание второго рода также снижает экономическую

эффективность эксплуатации действующих основных средств.

Экономически целесообразный срок эксплуатации основного средства отражает величину периода, в течение которого его максимально эффективно использовать в производственном процессе. В большинстве случаев экономически целесообразный срок меньше физического. В то же время, заменять старое основное средство на новое только в силу экономического устаревания не во всех случаях обоснованно. Использование морально устаревшего основного средства может быть еще на протяжении некоторого времени выгодно на других участках производства. Также замена старого основного средства может приводить к необходимости замены многочисленного вспомогательного оборудования, что по тем или иным причинам делать нецелесообразно [22].

По окончании экономически целесообразного срока эксплуатации основное средство подлежит замене на новое идентичное более совершенной модели или продаже по остаточной (ликвидационной) стоимости.

В проектах создания и развития объектов промышленного производства можно выделить три основных аспекта важности определения экономически целесообразного срока эксплуатации эксплуатируемых на этих объектах техники и оборудования:

а) соблюдение экономически целесообразных сроков эксплуатации машин и оборудования, задействованных на инвестиционной стадии проекта (в период строительства или реконструкции объекта промышленного производства) минимизирует затраты организации, осуществляющей строительные и монтажные и ремонтные работы. Несоблюдение экономически целесообразных сроков эксплуатации приводит к снижению эффективности деятельности этой организации и всего проекта в целом;

б) соблюдение экономически целесообразных сроков эксплуатации машин и оборудования на эксплуатационной стадии проекта максимизирует получаемый от проекта эффект;

в) от экономически целесообразных сроков эксплуатации промышленного оборудования на эксплуатационной стадии непосредственно зависит горизонт

расчета эффективности инвестиционного проекта. Поскольку обычно экономически целесообразный срок эксплуатации меньше физического, то и горизонт расчета должен уменьшиться, т.е. требование к эффективности (или безубыточности) проекта повышается.

Все рассмотренные выше формы проявления фактора времени относятся и обусловлены состоянием внутренней среды создания и функционирования производственных мощностей, производственного капитала в промышленности. Но на эффективность реализации промышленными предприятиями и организациями проектов создания и развития объектов промышленного производства большое влияние оказывают и факторы внешней среды.

В совместной работе автора диссертации с В.М. Серовым [55] рассмотрены некоторые особенности учета влияния основных факторов внешней среды, оказывающих влияние на результаты реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства, как на инвестиционных стадиях, так и на стадиях эксплуатации производственных мощностей, к которым относятся:

- фактор инфляции;
- фактор изменения цен на потребляемые ресурсы на инвестиционной стадии и на подлежащую производству и реализации продукцию на операционной стадии;
- фактор возможных изменений процентных ставок за пользование займами и кредитами;
- фактор возможного изменения налоговых ставок, таможенных пошлин, введение других дополнительных налогов и сборов;
- фактор изменения соотношения курсов валют [55].

Экономике т.н. рыночного характера присуще наличие инфляции не только на потребительские товары, а и на промышленную продукцию производственного характера. Причем в разные периоды реализации инвестиционных проектов ее уровень может и значительно колебаться и оказывать влияние на показатели экономической эффективности инвестиционных вложений.

Практически всегда имеет место определенная нестабильность рынков и

рыночных цен на подлежащие к применению производственные ресурсы, а также и на подлежащую производству продукцию, что обуславливается множеством факторов и, в частности, фактором появления других взаимозаменяемых ресурсов с другими свойствами, другой ценой приобретения и т.д. Указанное изменение цен может быть существенным, влияющим на показатели эффективности реализуемых проектов производственного развития.

Нет необходимости доказывать и наличие влияния на показатели экономической эффективности реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства возможных изменений процентных ставок за пользование займами и кредитами, изменения налоговых ставок, таможенных пошлин, введения других дополнительных налогов и сборов, фактора изменения соотношения курсов валют. Это достаточно очевидно. А указанное влияние требует учета его при оценке экономической эффективности вложений в создание или развитие объектов промышленного производства.

Таким образом, на основании логического анализа зависимости показателей экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства от их параметров и условий реализации можно выделить следующие критерии типологии основных форм проявления фактора времени:

- 1) связанность с жизненным циклом реализации проекта;
- 2) обусловленность структурой и качеством основных средств;
- 3) зависимость от изменений во внешней среде.

В соответствии с указанными критериями можно дать следующую классификацию основных форм проявления фактора времени, непосредственно влияющих на экономическую эффективность вложений и подлежащих учету, необходимому и целесообразному в рамках всего жизненного цикла проектов создания и развития объектов промышленного производства (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Классификация основных форм проявления фактора времени при вложении в объекты промышленного производства (разработано автором)

<b>Основные формы проявления фактора времени при реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства</b>					
<i>Критерии типологии</i>	<i>1. Связанность с жизненным циклом реализации проекта</i>		<i>2. Обусловленность структурой и качеством основных средств, планируемых к эксплуатации в рамках реализации проекта</i>		<i>3. Зависимость от изменений во внешней экономической среде функционирования промышленных предприятий и организаций</i>
<i>Вариант формы проявления фактора времени</i>	1.1 Разновременность затрат, результатов и эффектов в пределах жизненного цикла проекта	2.1 Физическое изнашивание основных средств	2.2 Экономическое устаревание основных средств		3.1 Изменение величин затрат, результатов и эффектов вследствие изменения налоговых, таможенных и кредитных ставок платежей во времени
	1.2 «Замораживание» (или «омертвление») капитальных вложений, наличие инвестиционных и операционных лагов		2.3 Учет экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств		
	1.3 Учет продолжительности расчетного периода по стадиям проекта (в совокупности: инвестиционная, операционная и ликвидационная)	3.2 Изменение величин затрат, результатов и эффектов, вызванное динамикой цен на потребляемые ресурсы и на подлежащую производству продукцию			

## **2.2. Развитие инструментов учета фактора времени, связанных с жизненным циклом реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства**

### **2.2.1. Учет фактора разновременности денежных затрат и поступлений при оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства**

Разновременность денежных потоков при реализации инвестиционных проектов принято учитывать с использованием методов дисконтирования (приведения потоков к их текущей стоимости на момент начала инвестиционного проекта) или компаундирования (приведения потоков к их будущей стоимости на момент окончания инвестиционного проекта).

Теоретические основы дисконтирования были заложены в работах по теории процента А. Маршалла, О. ф. Бем-Баверка и И. Фишера, хотя на практике текущая и будущая стоимости денежных сумм рассчитывались с древних времен. Сущность концепции текущей стоимости заключается в том, что с течением времени  $t$  любой производительно используемый денежный поток увеличивается пропорционально процентной ставке по формуле сложных процентов в  $(1 + r)^t$  раз. Следовательно, текущая стоимость будущего денежного потока, напротив, меньше его номинального значения в те же  $(1 + r)^t$  раз.

Рассмотрим некоторые специальные опции дисконтирования, такие как:

- 1) перевод функции дисконтирования из дискретной экспоненциальной в линейную;
- 2) перевод функции дисконтирования из дискретного вида в непрерывный;
- 3) учет равномерного внутришагового распределения дисконтируемого денежного потока.

**Перевод функции дисконтирования из дискретной экспоненциальной в дискретную линейную.** Функцию дисконтирования в дискретной экспоненциальной форме возможно упростить до линейной функции. Поскольку

ставка дисконтирования  $r$  выражается в долях и принимает значение меньше единицы, коэффициент дисконтирования  $(1+r)^{-t}$  возможно разложить в полиномиальной форме:

$$(1+r)^{-t} = 1 - rt + r^2 t^2 + r^3 t^3 + \dots \quad (2.1)$$

Если используется невысокая ставка дисконтирования для периода небольшой продолжительности (менее 1 года), то возможно усечь формулу до двух первых ее членов:

$$(1+r)^{-t} \approx 1 - rt. \quad (2.2)$$

Хотя коэффициент дисконтирования в формуле (2.2) является приближением для точного выражения, выраженного в формуле (2.1), погрешность невелика и ею можно пренебречь.

**Перевод функции дисконтирования из дискретного вида в непрерывный.** Обычно дисконтирование денежных потоков осуществляется в дискретном времени. Однако в некоторых случаях возможно применение дисконтирования в непрерывном времени. При постоянной ставке дисконтирования  $r$  для дискретного случая, ее необходимо перевести в ставку дисконтирования  $\rho$  для непрерывного времени:

$$\rho = \ln(1+r). \quad (2.3)$$

Чистый дисконтированный доход в этом случае будет являться результатом не суммирования, а интегрирования:

$$\int_0^t e^{-\rho t} R(t) dt. \quad (2.4)$$

Также возможен случай переменной во времени непрерывной нормы дисконтирования  $j(u)$ , используя в показателе степени уже не  $j(u)$ , а

$$J(t) = \int_0^t j(u) d(u). \quad (2.5)$$

**Учет равномерного внутришагового распределения дисконтируемого денежного потока.** Обычно денежные потоки инвестиционного проекта приводятся по началу или концу шага, что, по нашему мнению, недостаточно

корректно. Ведь приведение по началу шага означает допущение, что полная сумма потока осуществляется единовременно на момент начала шага, что завышает величину дисконтированного денежного потока. Приведение по концу шага означает допущение, что полная сумма потока осуществляется единовременно на момент окончания шага, что занижает величину дисконтированного денежного потока. А потому более корректным выглядит допущение, что поток распределяется внутри соответствующего шага равномерно, т.е. при разбивке шага на более мелкие равные шаги величина потоков для всех этих мелких шагов одинакова.

Задачу приведения денежного потока в случае его равномерного распределения внутри шага можно решить двумя способами.

Первый из них заключается в приведении потоков по середине соответствующих шагов. Как известно, приведение потока по концу шага осуществляется путем использования порядкового номера шага в показателе степени в коэффициенте дисконтирования. В случае приведения по началу шага в показатель степени добавляется 1. Тогда для приведения по середине шага в показатель степени достаточно добавить 0,5 и, следовательно, дисконтный множитель  $\alpha_t$  будет равен

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^{t-0,5}} = (1+r)^{0,5-t}. \quad (2.6)$$

Однако этот вариант тоже не полностью корректен. Дело в том, что в этом случае принимается допущение, что полная сумма потока осуществляется единовременно на момент середины шага. Получается, что равномерность распределения потока внутри шага вовсе не учитывается.

Наиболее корректным способом является приведение потока по началу или концу шага расчета и корректировке этой величины посредством коэффициента распределения, который отражает равномерность распределения потока внутри шага.

В случае приведения денежного потока по концу шага, коэффициент равномерного распределения  $\gamma_k$  равен

$$\gamma_k = \frac{r}{\ln(1+r)}. \quad (2.7)$$

Как видно из формулы (2.7), в этом случае коэффициент равномерного распределения представляет собой отношение ставки дисконтирования для дискретного времени к этой же ставке дисконтирования для непрерывного времени.

В случае приведения денежного потока по началу шага, коэффициент равномерного распределения  $\gamma_n$  равен

$$\gamma_n = \frac{1 - (1+r)^{-1}}{\ln(1+r)} = \frac{\frac{r}{1+r}}{\ln(1+r)}. \quad (2.8)$$

Два вышеприведенных способа дают абсолютно равные результаты.

При использовании коэффициента внутришагового распределения денежного потока модель расчета показателей эффективности инвестиционного проекта перестает быть полностью дискретной. Несмотря на то, что для расчета используются разбивка на шаги (дискретизация), распределение внутри шага учитывается в непрерывном времени.

Отдельно рассмотрим недостатки и проблемные места, возникающие при процедуре дисконтирования денежных потоков, чтобы дать рекомендации по их устранению или сглаживанию.

Относительно необходимости применения метода дисконтирования (в отношении инвестиционных затрат) отечественными учеными в 1950–60-х гг. высказывалось множество различных мнений. Сторонники метода дисконтирования считали, что только с его помощью можно сравнить варианты, отличающиеся разновременностью затрат, привести их к одной размерности и таким путем сопоставить. Противники метода утверждали, что нет никакого различия между затратами в разные сроки в зависимости только от времени, а поэтому и нет проблемы разновременных затрат. Это противоречило фактам и логике и мало кем разделялось. Некоторые авторы, соглашаясь с дисконтированием капитальных вложений, отвергали обоснованность

дисконтирования текущих затрат. Неприятие формулы сложных процентов и дисконтирования учеными планово-централизованного периода отечественной экономики в принципе объясняется опасениями следовать против положения существовавшей идеологемы, согласно которой новая стоимость создается только живым трудом, а не производственным капиталом [15].

Но механизм дисконтирования объективно не лишен недостатков и противоречий. Так, например, дисконтирование уменьшает денежные потоки проекта в геометрической прогрессии, а в реальности на эксплуатационной стадии проекта они возрастают в арифметической прогрессии, поэтому скорость обесценения денежных средств опережает рост объемов производства промышленного предприятия, и этот эффект проявляется сильнее при высокой ставке дисконтирования [65, 66, 72]. Поэтому автор диссертации выдвигает гипотезу о том, что инвестиционные проекты с более коротким жизненным циклом создаваемых или развиваемых объектов промышленного производства при дисконтировании с постоянной ставкой дисконтирования представляются промышленным предприятиям и организациям более эффективными, нежели более долгосрочные проекты. При значительной норме дисконта от 20–25% и более текущие значения будущих поступлений на эксплуатационной стадии долгосрочных инвестиционных проектов (в т.ч. инновационных) через несколько лет уменьшаются в разы. Это может спровоцировать отказ предприятия от реализации проекта и заставить его переориентироваться на более краткосрочные производственные проекты либо уйти в портфельное инвестирование. Такое явление как массовое было отмечено в статье профессоров Гарвардской школы бизнеса Р. Хейза и У. Абернати [92] в 1980 г. Переориентация бизнеса с долгосрочной конкурентной борьбы на краткосрочные финансовые сделки, как показали авторы, ответственна за снижение темпов экономического роста в США в 1960–1970-е гг. В то же время, как показывают отечественные исследователи В.Б. Дасковский и В.Б. Киселев, при оперировании нормой дисконта на уровне 4–6% (распространенной в развитых странах) к инвестиционным проектам, наоборот, предъявляются заниженные требования [16, с. 85].

Несмотря на некоторые проблемные места, дисконтирование денежных потоков остается единственным научно обоснованным методом учета их разновременности. Полностью отказаться от использования его, как предлагают некоторые авторы [11], не представляется верным. Однако при принятии инвестиционного решения нельзя опираться исключительно на дисконтированные показатели, не сопоставлять их с недисконтированными показателями [71]. Дело в том, что в механизме дисконтирования имеются некоторые серьезные противоречия. Одним из них является парадокс эффективности проекта с положительным ЧДД, но отрицательным ЧД, который имеется в статье Э. Соломона 1956 г. [99] в задаче про нефтяную вышку. Этой задачей впервые была обозначена проблема наличия у проекта нескольких внутренних норм доходности, которую до сих пор пытаются разрешить в научных кругах. При этом скрытое в задаче логическое противоречие, кроющееся в превращении после процедуры дисконтирования заведомо убыточного проекта (имеющего отрицательный недисконтированный эффект) в эффективный (имеющий положительный дисконтированный эффект), научная общественность оставила без должного внимания.

В большинстве случаев инвестиционный проект заканчивается демонтажом конструкций и другими работами ликвидационной стадии с соответствующими затратами. Наличие в инвестиционном проекте относительно продолжительной и затратной ликвидационной стадии или же просто частое чередование отрицательных и положительных денежных потоков может перевести его в категорию так называемых «нетипичных» проектов – проектов не с одной, а с несколькими внутренними нормами доходности (ВНД). При этом возможны ситуации, когда при отрицательной сумме недисконтированных денежных потоков по проекту сумма их дисконтированных значений (показатель чистого дисконтированного дохода, ЧДД) при определенной ставке дисконтирования может быть положительной, что ошибочно говорит инвестору о целесообразности вложения средств в такой проект. Данный парадокс можно назвать парадоксом выгодности вложения инвестиций в заведомо убыточные проекты [28]. Из его

сути следует полная неразрешимость проблемы определения единственно верного значения ВНД «нетипичного» инвестиционного проекта с несколькими значениями ВНД.

При расчете экономической эффективности «нетипичных» инвестиционных проектов предлагается дополнительно рассчитывать недисконтированные показатели, и, в случае их положительных значений, считать приоритетным из дисконтированных показателей индекс доходности с учетом дисконтирования (ИДД). Показатель ЧДД не соответствует категории эффективности, т.к. представляет собой эффект (абсолютный показатель). Чем больше вкладывается инвестиций, тем больше ЧДД. Отдача приоритета показателю ЧДД не целесообразна.

Основным показателем экономической эффективности инвестиций в действующих «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция)» принята величина чистого дисконтированного дохода (ЧДД). При этом его величина представляет собой не дисконтированную величину дохода, получаемого инвестором, а лишь отклонением от ее величины, соответствующей принятой норме дисконта (желаемой норме рентабельности инвестиций).

Другим недостатком предписанного способа расчета ЧДД является то, что в его составляющие не включена остаточная стоимость основных средств на момент окончания принятого расчетного периода.

С учетом этого в диссертации автором диссертации в совместной статье с В.М. Серовым [55] предлагается следующая уточняющая формула расчета чистого дисконтированного дохода за принимаемый горизонт расчета  $T$ :

$$\begin{aligned} \text{ЧДД}_T^* = & \sum_{t=0}^T \left[ \left( B_t - C_t - B_t \frac{(1-\alpha)H_{d.c.}}{100} \right) \left( 1 - \frac{H_n}{100} \right) \frac{(1+E_{og})^t}{(1+E_p)^t} \right] + \\ & + \sum_{t=0}^T A_t \frac{(1+E_{og})^t}{(1+E_p)^t} + C_{o.c.o.}^T \end{aligned} \quad (2.9)$$

где:  $ЧДД_T^*$  – чистый дисконтированный доход за расчетный период  $T$  (приведенный к моменту начала инвестиционной фазы реализации инвестиционных проектов);

$B_t$  – выручка от производства и реализации продукции на  $t$ -ом шаге расчета;

$C_t$  – себестоимость производства продукции на  $t$ -ом шаге расчета;

$\alpha$  – доля материальных затрат в составе себестоимости производства продукции, представляющих собой потребленную приобретенную продукцию (затраты прошлого овеществленного труда) и услуги сторонних организаций;

$n_{д.с.}$  и  $n_n$  – ставки налога соответственно на добавленную стоимость и на прибыль, %;

$A_t$  – сумма амортизации основных средств на  $t$ -ом шаге расчета;

$E_p$  и  $E_{ов}$  – расчетный (желаемый) уровень рентабельности инвестиционных вложений соответственно оцениваемого проекта и возможный при размещении свободных финансовых средств;

$C_{о.с.о.}^T$  – остаточная стоимость основных средств на конец расчетного периода (может быть рассчитана применяемыми методами оценки стоимости недвижимости на основе доходного подхода).

### **2.2.2. Учет «замораживания» капитальных вложений и инвестиционных лагов при оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства**

Явление «замораживания» капитальных вложений приводит к расчету показателей, выражающихся во временных величинах (лаг) и денежных величинах (потери от «замораживания»).

В отечественной научной литературе ([5], [64]) предлагались различные модифицированные формулы расчета каждого из вида лагов, однако они необоснованно усложнены.

Отдельные виды лагов (лаг проектирования, лаг строительства, лаг

освоения и лаг сбыта) можно рассчитать, используя вместо суммарных капитальных вложений соответствующие лагу величины капитальных вложений – затраты на проектирование, капитальные вложения в строительство объекта или комплекса объектов, освоенные мощности и эксплуатационные расходы на производство продукции. В результате суммирования величин четырех вышеперечисленных лагов с учетом их совмещения получается общий лаг капитальных вложений, характеризующий средний период времени, отделяющий капитальные вложения инвестора от получаемого эффекта.

Среди способов оптимизации общего лага капитальных вложений основными являются: сокращение сроков любого отдельно взятого этапа реализации инвестиционного проекта различными возможными способами и приемами, одновременное сокращение нескольких этапов реализации проекта, совмещение некоторых этапов реализации, которое в основном осуществляется методом сетевого планирования [5].

Определение показателей «замораживания» в денежном выражении (потерь от «замораживания») выглядит несколько сложнее. Принимая во внимание основные положения концепции временной ценности денег, предложено разграничивать два принципиально различных подхода к пониманию его сущности и соответствующих им два типа экономических потерь:

1) потери от «замораживания» в пределах нормальной (технологически возможной) продолжительности инвестиционной стадии реализации проекта создания или развития объекты промышленного производства;

2) потери от снижения чистого дисконтированного дохода (интегрального эффекта) проекта при превышении нормальной (технологически возможной) продолжительности инвестиционной стадии реализации проекта создания или развития объектов промышленного производства и отдалении момента запуска производства на объекте от запланированного [69].

Первый тип потерь от «замораживания» («внутрисрочные» потери) относится исключительно к периоду т.н. нормальной (технологически возможной) продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов

создания и развития объектов промышленного производства и равнозначен величине не полученного дохода («упущенной выгоды») от размещения капитальных вложений в других проектах, способных за то же время обеспечить своевременное получение дохода. Эта величина возрастает при увеличении продолжительности инвестиционной стадии реализации проекта, связанной с периодом строительства или реконструкции (модернизации) производственных объектов. Потери от «замораживания» данного типа рассчитываются посредством нахождения разности суммы всех капитальных вложений проекта, распределенных по расчетным шагам его инвестиционной стадии и приведенных к моменту окончания стадии, и суммы капитальных вложений, приведенной к моменту окончания инвестиционной стадии, а затем приведения (дисконтирования) полученной разности к моменту начала стадии. Потери данного типа не выходят за пределы нормальной (технологически возможной) продолжительности инвестиционной стадии проектов создания и развития объектов промышленного производства, рассчитываются исключительно на основе исходных значений денежных потоков капитальных вложений, напрямую связаны и зависят преимущественно от структуры их распределения по расчетным шагам инвестиционной стадии.

В большинстве разработанных ранее методов оценки величина потерь от «замораживания» капитальных вложений соответствовала будущей стоимости (англ. *future value*) капитальных вложений на момент окончания срока инвестиционной стадии, но рассчитываемой по формуле простых процентов, что вряд ли может считаться правильным. Корректнее рассчитывать потери по формуле сложных процентов, которая лежит в основе концепции временной ценности денег и метода дисконтирования денежных потоков. Денежный поток каждого шага «тяжелее» потока следующего за ним года в  $(1 + r)$  раз ( $r$  – процентная ставка). Поэтому здесь также очевидна приоритетность вариантов с возрастающим распределением капиталовложений по шагам инвестиционной стадии. Будущее значение потерь от «замораживания» капитальных вложений  $K_t$ ,

осуществляемых равномерно в течение каждого шага расчетного периода (года), по формуле сложных процентов равно:

$$Y_{\text{зам}(FV)} = \sum_{t=1}^T K_t \left( \gamma(1+r)^{T-t} - 1 \right), \quad (2.10)$$

где  $K_t$  – капитальные вложения каждого  $t$ -го шага расчета;

$T$  – общий продолжительность инвестиционной стадии проекта;

$\gamma$  – коэффициент внутришагового распределения;

$r$  – ставка дисконтирования (постоянная).

Формула (2.10) представляется более корректной, нежели формула (1.9), так как учитывает утяжеление годовых потоков капиталовложений по формуле сложных процентов. Получаемые значения, разумеется, будут несколько бóльшими.

Формула (1.10) также является своего рода формулой расчета потерь по сложным процентам, если под  $K_{\text{зам},i-1}$  в ней подразумеваются потери от «замораживания» предшествующего года нарастающим итогом, т.е. суммарные потери всех предшествующих лет (шагов). В то же время, даже в этом случае значения потерь от «замораживания»  $K_{\text{зам},i}$  каждого  $i$ -го года не соответствуют капитальным вложениям  $K_i$   $i$ -го года – часть потерь переносится на последующие годы, поэтому может создаться впечатление, что капитальным вложениям более поздних лет соответствуют бóльшие потери, что противоречит сущности явления «замораживания» капитальных вложений.

Кроме того, сравнивать между собой потери от «замораживания» в вариантах с разными сроками инвестиционной стадии по будущей стоимости на момент окончания стадии некорректно из-за их разновременности. Сумма потерь за меньший срок инвестиционной стадии не равноценна той же сумме потерь за больший срок. Поэтому целесообразно сравнивать потери от «замораживания» на общий для них момент – начало осуществления работ инвестиционной стадии проекта. Для этого их будущее значение предлагается перевести в текущее (англ. *present value*). В этом случае потери от «замораживания» равны:

$$Y_{\text{зам}(PV)} = \frac{\sum_{t=1}^T K_t \left( \gamma(1+r)^{T-t} - 1 \right)}{(1+r)^T}. \quad (2.11)$$

Возможно также приведение к любому другому (но обязательно к одному и тому же для сравниваемых вариантов) моменту времени. Как известно, при постоянной ставке дисконтирования  $r$  приведение денежных средств к определенному предшествующему моменту на  $n$  шагов «назад» осуществляется путем их деления на  $(1+r)^n$ , при приведении к последующему моменту на  $n$  шагов «вперед» – соответственно, путем умножения на  $(1+r)^n$  [57, с. 46].

Текущее значение «внутрисрочных» потерь от «замораживания» является частью суммы дисконтированных капитальных вложений. Несмотря на то, что текущая стоимость капитальных вложений меньше исходного значения и уменьшается с каждым шагом расчетного периода, «внутрисрочные» потери от замораживания увеличиваются. Таким образом, при рассмотрении капитальных вложений в пределах только инвестиционной стадии (срока строительства, реконструкции, технического перевооружения или модернизации объекта промышленного производства), показатель «внутрисрочных» потерь от их «замораживания» свидетельствует против затягивания сроков инвестиционной стадии.

В данном случае нельзя согласиться с мнением В.Б. Дасковского и В.Б. Киселева, что механизм дисконтирования не учитывает потерь от их «замораживания» [16, с. 98]. Как известно, при дисконтировании все денежные потоки, предшествующие моменту приведения, наращиваются, а последующие – дисконтируются. Если момент приведения установить на стыке двух стадий инвестиционного проекта – инвестиционной и эксплуатационной (операционной) – то потоки капитальных вложений инвестиционной стадии будут наращиваться в обратную сторону от момента приведения, а потоки эффекта эксплуатационной стадии будут дисконтироваться от момента приведения. Величина наращивания капитальных вложений на инвестиционной стадии по формуле сложных процентов и будет значением потерь от «замораживания» капитальных вложений

первого типа (по будущей стоимости на момент окончания инвестиционной стадии). Для признания инвестиционного проекта эффективным дисконтированные потоки результатов должны превысить сумму капитальных вложений и потерь от «замораживания». Такое требование может показаться завышенным. Однако, учитывая большой объем эксплуатационного эффекта (дохода от производства) в эффективном проекте по сравнению с затратами (капитальными вложениями), это должно стимулировать инвестора к более раннему вводу производственного объекта в эксплуатацию.

Степень непроизводительного отвлечения капитальных вложений предлагается выразить в относительном показателе степени «замораживания» капитальных вложений ( $\sigma$ ), представляющим собой долю дисконтированных потерь от «замораживания» в общем объеме дисконтированных затрат:

$$\sigma = \frac{Y_{\text{зам}}(PV)}{\sum_{t=1}^T K_t \gamma (1+r)^{-t}}. \quad (2.12)$$

Рассчитываемая величина этого относительного показателя характеризует степень непроизводительного отвлечения капитальных вложений в объекты промышленного производства и позволяет сравнивать уровень отдачи капитальных вложений в разные варианты реализации проекта с различной продолжительностью инвестиционной стадии. Однако при этом требуется учитывать, что указанный показатель также во многом зависит от структуры распределения капитальных вложений в пределах инвестиционной стадии, которую определяют преимущественно технологические особенности осуществления работ по возведению или модернизации (реконструкции) производственного объекта, целенаправленное влияние на которых со стороны промышленного предприятия в определенной степени ограничено.

При возможном превышении запланированной нормальной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов инвестирования в объекты промышленного производства, помимо потерь от «замораживания» в течение ее, рассчитываемых по формуле (2.11), необходимо учитывать второй тип

потерь от «замораживания» капитальных вложений – потери от снижения интегрального эффекта (ЧДД) проекта, напрямую связанный с изменением величин приведенных (дисконтированных) суммарных капитальных вложений на инвестиционной стадии проекта, условно-постоянных накладных расходов, результата (эксплуатационного эффекта) на эксплуатационной стадии проекта:

$$\Delta \text{ЧДД} = \Delta K_{(PV)} + \Delta Z_{\text{уп}(PV)} + \Delta P_{(PV)}, \quad (2.13)$$

где  $\Delta \text{ЧДД}$  – потери/прирост ЧДД вследствие превышения/сокращения запланированной нормальной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов;

$\Delta K_{(PV)}$  – изменение текущей стоимости капитальных вложений на инвестиционной стадии проекта из формулы (2.14);

$\Delta Z_{\text{уп}(PV)}$  – изменение текущей стоимости условно-постоянных накладных расходов из формулы (2.15);

$\Delta P_{(PV)}$  – изменение текущей стоимости результата (эксплуатационного эффекта) на эксплуатационной стадии проекта из формулы (2.16).

В случае превышения срока величина  $\Delta K_{(PV)}$  положительная, а величины  $\Delta Z_{\text{уп}(PV)}$  и  $\Delta P_{(PV)}$  – отрицательные; в случае сокращения срока – соответственно, наоборот. В большинстве случаев при превышении срока величина  $\Delta \text{ЧДД}$  отрицательная, что означает потери, а при сокращении – положительная, что означает прирост ЧДД.

Необходимость учета величины изменения приведенных (дисконтированных) суммарных капитальных вложений на инвестиционной стадии при расчетах экономической эффективности проектов инвестирования в объекты промышленного производства обуславливается тем, что при превышении нормальной продолжительности инвестиционной стадии и соответствующем перераспределении первоначальной суммы капитальных вложений на большее количество шагов их текущая стоимость уменьшается, а при сокращении – соответственно, увеличивается. Одновременно с этим необходимо учитывать возможные дополнительные затраты на осуществление

работ вследствие излишней концентрации производственных ресурсов в результате сверхнормативного ускорения инвестиционной стадии.

Учитывая вышесказанное, величину изменения приведенной стоимости капитальных вложений на инвестиционной стадии проекта  $\Delta K_{(PV)}$  предложено рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta K_{(PV)} = \sum_{t_{\text{н}}=1}^{T_{\text{н}}} K_{t_{\text{н}}} \gamma (1+r)^{-t_{\text{н}}} - \sum_{t_{\text{ф}}=1}^{T_{\text{ф}}} K_{t_{\text{ф}}} \gamma (1+r)^{-t_{\text{ф}}}, \quad (2.14)$$

где  $K_{t_{\text{ф}}}$  – капитальные вложения каждого шага  $t_{\text{ф}}$  фактического срока инвестиционной стадии реализации проекта  $T_{\text{ф}}$ ;

$K_{t_{\text{н}}}$  – капитальные вложения каждого шага  $t_{\text{н}}$  установленного (нормативного) срока инвестиционной стадии реализации проекта  $T_{\text{н}}$ ;

$\gamma$  – коэффициент равномерного внутришагового распределения;

$r$  – ставка дисконтирования.

При выходе за пределы нормальной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов соответственно увеличиваются т.н. условно-постоянные затраты, которые прямо связаны с продолжительностью периода строительства (модернизации, реконструкции) производственного объекта (инвестиционной стадии), а при досрочном завершении выполнения всех работ стадии они снижаются. Величину изменения приведенной (дисконтированной) суммы условно-постоянных затрат, основу которых составляют накладные расходы,  $\Delta Z_{\text{уп}(PV)}$  предлагается рассчитывать по формуле:

$$\Delta Z_{\text{уп}(PV)} = \frac{H\alpha}{T_{\text{н}}} \times \gamma \left( \frac{(1+r)^{-T_{\text{ф}}} - (1+r)^{-T_{\text{н}}}}{r} \right), \quad (2.15)$$

где  $H$  – сумма накладных расходов;

$\alpha$  – доля условно-постоянной части накладных расходов, зависящих от продолжительности инвестиционной стадии реализации проекта.

Необходимость учета величины изменения приведенного (дисконтированного) результата (дохода, эксплуатационного эффекта) на эксплуатационной стадии проекта обусловлена тем, что сокращение

продолжительности выполнения работ на этой стадии способствует ускорению ввода производственных мощностей в эксплуатацию, и, следовательно, более раннему получению эксплуатационного эффекта (измеряемого величиной средней прибыли предприятия [19]). При этом необходимо учесть, что дополнительные затраты на сокращение продолжительности инвестиционной стадии могут увеличить балансовую стоимость создаваемого предприятия [17, с. 109]. С учетом изменений в этих случаях в части распределения получаемой прибыли и подлежащей начислению амортизации основных средств по шагам расчетного периода величину изменения приведенного значения доходов на эксплуатационной стадии  $\Delta P_{(PV)}$  при неизменной величине расчетного периода  $T$  предложено рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta P_{(PV)} = (P_{\text{ср}} + \Delta a) \times \gamma \left( \frac{(1+r)^{-T_{\text{сф}}} - (1+r)^{-T_{\text{сн}}}}{r} \right) + \Delta a \times \gamma \left( \frac{(1+r)^{-T_{\text{сн}}} - (1+r)^{-T}}{r} \right), \quad (2.16)$$

где  $P_{\text{ср}}$  – прогнозируемая средняя прибыль за шаг расчета;

$\Delta a$  – изменение величины амортизационных отчислений;

$T$  – величина расчетного периода инвестиционного проекта (горизонт инвестирования).

Изменение величины ежегодных амортизационных отчислений  $\Delta a$  при этом рассчитывается по формуле:

$$\Delta a = \frac{C_{\text{бн}}}{T_{\text{эн}}} - \frac{C_{\text{бф}}}{T_{\text{эф}}}, \quad (2.17)$$

где  $C_{\text{бн}}$  – балансовая стоимость возводимого (модернизируемого, реконструируемого) производственного объекта при установленном (нормативном) сроке инвестиционной стадии;  $T_{\text{эн}}$  – продолжительность эксплуатационной стадии при установленном (нормативном) сроке инвестиционной стадии;  $C_{\text{бф}}$  – балансовая стоимость объекта при фактическом сроке инвестиционной стадии  $T_{\text{сф}}$ ;  $T_{\text{эф}}$  – продолжительность эксплуатационной

стадии при фактическом сроке инвестиционной стадии  $T_{сф}$ .

Принято допущение, что величина расчетного периода остается неизменной, т.е.  $T_{сф} + T_{эф} = T_{сн} + T_{эн} = G$ .

Поскольку по определению в эффективном инвестиционном проекте доходы превышают затраты, то затягивание сроков возведения (модернизации, реконструкции) производственного объекта приводит к снижению ЧДД проекта в размере разницы между величиной уменьшения суммы дисконтированных затрат и суммы дисконтированных условно-постоянных затрат и дисконтированной недополученной прибыли на эксплуатационной стадии. Сокращение сроков же, напротив, ведет к увеличению показателя ЧДД [69].

При расчете потерь или прироста интегрального эффекта проекта от фактически свершившегося сдвига срока осуществления инвестиционной стадии в ту или иную сторону возможно приведение величины потерь/прироста ЧДД, рассчитываемое на прошедший момент начала проекта, к любому более позднему моменту времени путем умножения ее на  $(1 + r)^n$  (при постоянной ставке дисконтирования  $r$ ).

Расчет потерь от «замораживания» капитальных вложений двух типов по предложенным выше формулам может служить дополнительным инструментом оценки промышленным предприятием экономической эффективности различных схем реализации проекта создания или развития производственного объекта и позволяет определить «цену» омертвления капитала, а также превышения или ускорения продолжительности инвестиционной стадии проекта.

Что касается операционных лагов (лагов доходов и расходов), то практика выработала два основных метода их учета: метод точной привязки, когда денежные потоки учитываются в момент их осуществления, и метод привязки к производству, когда по каждому шагу расчетного периода учитывается только показатели, соответствующие производимой на этом шаге продукции [12]. При наличии возможности корректного учета потребности в оборотном капитале использование второго метода предпочтительнее.

### 2.2.3. Определение продолжительности расчетного периода

В «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов» [38] предписано определять горизонт расчета инвестиционного проекта равным продолжительности его жизненного цикла.

Определяющей величиной при оценке расчетного периода (горизонта расчета) проекта создания или развития объектов промышленного производства является продолжительность его эксплуатационной стадии, которая в большей степени зависит от жизненного цикла основных средств, а в некоторых случаях — и от жизненного цикла производимой продукции.

Цикличность развития рыночной экономики открыл К. Маркс, и он же дал характеристику каждой фазы экономического цикла. Материальной основой экономического цикла он считал цикл воспроизводства основного капитала. «...Этим, — писал он в «Капитале», — охватывающим ряд лет циклом взаимно связанных между собой оборотов, в течение которых капитал закреплен своей основной составной частью, дана материальная основа периодических кризисов, причем в ходе цикла деловая жизнь последовательно переживает периоды ослабления, среднего оживления, стремительного подъема, кризиса» [30, с. 208].

Полный цикл воспроизводства основных средств промышленных предприятий включает стадии создания, эксплуатации и ликвидации средств труда. На действующих промышленных предприятиях объектом экономического исследования, как правило, является цикл, в течение которого каждый объект основных фондов (средств) уже функционирует, т. е. от момента ввода его в действие до момента ликвидации его [74, с. 37].

Жизненный цикл инвестиционного проекта (а именно — его эксплуатационная стадия) напрямую связан с жизненным циклом его объекта и составляющих. Разумеется, нельзя не согласиться с тем, что «предприятие в целом имеет свой цикл воспроизводства, отнюдь не являющийся механическим средневзвешенным циклом из всего множества индивидуальных циклов воспроизводства отдельных видов основных фондов, действующих на этом

предприятия. Характер и длительность цикла воспроизводства предприятия определяются условиями эксплуатации не каждого отдельного вида основных фондов, а предприятия в целом, соответствием общего технологического процесса современным требованиям» [74, с. 45].

Однако в то же время, с целью примерного определения расчетного периода для оценки эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства можно воспользоваться временными показателями, связанными с экономически целесообразными сроками эксплуатации основных средств, вводимых в эксплуатацию или модернизируемых в результате осуществления таких проектов. В рамках временного периода от начала инвестиционных вложений до окончания ликвидационной стадии предлагается продолжительность эксплуатационной (операционной) стадии проекта принимать равной экономически целесообразному сроку эксплуатации ведущих основных фондов (средств).

То есть, продолжительность расчетного периода, за который определяется экономическая эффективность инвестиционного проекта ( $T_{np}$ ) создания или развития объекта промышленного производства предлагается принять равной сумме продолжительностей стадий его реализации:

$$T_{np} = I + Э + Л = T_u + t_{э.ц.} + T_{дем}, \quad (2.18)$$

где  $I$ ,  $Э$  и  $Л$  – продолжительность соответственно инвестиционной, эксплуатационной и ликвидационной стадий инвестиционного проекта;

$T_u$  – продолжительность инвестиционной стадии;

$t_{э.ц.}$  – экономически целесообразный срок эксплуатации ведущих основных фондов;

$T_{дем}$  – продолжительность работ по демонтажу ведущих основных фондов.

Таким образом, продолжительность расчетного периода проекта создания или развития объекта промышленного производства может быть определена на основе прогнозируемого периода возведения (реконструкции, технического перевооружения, модернизации) объекта промышленного производства и экономически целесообразных сроков эксплуатации основных средств,

задействованных на эксплуатационной стадии проекта. Поскольку критерием отбора инвестиционного проекта является максимум эффективности, то в качестве расчетных сроков эксплуатации используемых основных средств целесообразно брать экономически целесообразные сроки эксплуатации, которые рассчитываются с учетом физического изнашивания и экономического устаревания (морального износа) основных средств. В связи с тем, что экономически целесообразный срок эксплуатации пассивной части основных средств промышленного предприятия, как правило, составляет десятки лет, возможно сокращение расчетного периода посредством учета остаточной (ликвидационной) стоимости основных средств в качестве потоков доходов [55].

Таким образом, продолжительность расчетного периода проекта создания или развития объекта промышленного производства может быть определена на основе прогнозируемого периода возведения (реконструкции, технического перевооружения, модернизации) производственного объекта и экономически целесообразных сроков эксплуатации основных средств, задействованных на эксплуатационной стадии проекта. Экономически целесообразные сроки эксплуатации основных средств рассчитываются с учетом их физического изнашивания и экономического устаревания, которые рассмотрены далее.

## **2.3. Совершенствование инструментов учета фактора времени, обусловленных структурой и качеством планируемых к эксплуатации основных средств**

### **2.3.1. Учет фактора физического изнашивания основных средств промышленного производства**

Выше при определении основных форм проявления фактора времени в проектах создания и развития объекта промышленного производства указывалось, что по мере физического изнашивания создаваемых или реконструируемых основных средств производительность их активной части (технологических

линий, оборудования и т.п.) постепенно начинает снижаться и, следовательно, будет снижаться объем выпуска и реализации намечаемых к выпуску продукции. А потому данная форма проявления фактора времени должна быть учтена при расчете показателей экономической эффективности, реализуемых промышленными предприятиями и организациями проектов создания и развития производственных объектов.

Предлагается в формулах расчета четырех основных показателей экономической эффективности проектов – чистого дисконтированного дохода, индекса доходности инвестиций, внутренней нормы доходности и срока окупаемости инвестиций – при определении величины расчетной выручки от реализации промышленной продукции умножать ее на величину  $(1-K_{tcn})$ , где  $K_{tcn}$  – коэффициент снижения производительности оборудования, технологической линии на соответствующих шагах принимаемого расчетного периода.

Как известно и отмечается в литературе по технологии и организации производства в процессе реализации проектов по созданию промышленных предприятий, производств и их реконструкции требуется время и затраты на пуско-наладочные работы, а также требуется определенное время для выхода на проектную мощность, производительность. С учетом всего изложенного предлагается следующая корректировка формул расчета показателей экономической эффективности проектов в промышленности:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T \frac{B_t (1 - K_{cn}^t) K_{внм}^t - Z_t - I_t - Z_{нн}^t}{(1+r)^t}, \quad (2.19)$$

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T \left[ B_t (1 - K_{cn}^t) K_{внм}^t - Z_t - I_t - Z_{нн}^t \right] (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^T I_t (1+r)^{-t}}, \quad (2.20)$$

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t (1 - K_{cn}^t) K_{внм}^t - Z_t}{(1 + E_{ВНД})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{I_t + Z_{нн}^t}{(1 + E_{ВНД})^t}, \quad (2.21)$$

$$\sum_{t=0}^{T_{ок}} \frac{B_t (1 - K_{cn}^t) K_{внм}^t - Z_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^{T_{ок}} \frac{I_t + Z_{нн}^t}{(1+r)^t}, \quad (2.22)$$

где  $K_{cn}^t$  – коэффициент снижения объема выручки вследствие снижения производительности промышленного оборудования и качества производимой продукции;

$K_{внм}^t$  – коэффициент выхода производства на проектную мощность;

$Z_{нн}^t$  – затраты на пуско-наладочные работы на  $t$ -ом шаге расчета;

$r$  – ставка дисконтирования;

$E_{внд}$  – внутренняя норма доходности инвестиций и капитальных вложений в объекты промышленного производства;

$T_{ок}$  – срок окупаемости инвестиций и капитальных вложений в объекты промышленного производства.

Конечно, принципиально фактор выхода активной части основных средств на расчетную проектную мощность не относится к фактору их физического изнашивания, а к фактору физического состояния.

Величины затрат на пуско-наладочные работы могут быть определены или расчетным путем по действовавшим в прошлом сметным нормам, или по данным рынка услуг техно-наладочных организаций.

Коэффициенты выхода на расчетные проектные мощности также могут быть приняты на основе данных техно-наладочных и проектных организаций, а также предприятий отрасли.

Степень снижения производительности технологических линий, оборудования вследствие их физического изнашивания предлагается определять экспертно, как на основе оценки специалистов проектно-технологических организаций, так и на основе оценки специалистов производственных предприятий и организаций соответствующей отрасли.

При оценке влияния фактора физического изнашивания активной части основных средств на показатели экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства предлагается также

учитывать и то, что в течение эксплуатации основных средств согласно техническим паспортам должны осуществляться текущее техническое обслуживание и текущий ремонт, периодические средние ремонты и капитальный ремонт.

Текущее техническое обслуживание и текущий ремонт машин, технологического оборудования, как правило, регламентированы по времени, время и затраты на их выполнение в практике хозяйствования учитываются при определении и издержек производства, и планировании производственной программы их производительности.

В принципе, время и затраты на единовременные периодические средние ремонты машин и оборудования согласно их техническим паспортам также должны и подлежат учету при планировании производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий и организаций. Но в действующих «Методических рекомендациях по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов» отсутствуют какие-либо указания об учете затрат/стоимости проведения текущих и средних ремонтов машин, агрегатов при определении расчетных величин затрат на производство промышленной продукции и учете времени простоя машин и агрегатов в ремонтах при определении объемов производства продукции и выручки от ее реализации.

В связи с этим объем выручки в расчетных показателях экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства должен быть скорректирован – дополнительно величина  $V_t$  умножена на коэффициент  $K_{рем}$ , равный  $(T_n - t_{pn}) / T_n$ , где  $T_n$  и  $t_{pn}$  – соответственно плановое календарное число дней/смен работы технологической линии и число дней/смен нахождения ее в текущем и средних ремонтах. Количество дней/смен нахождения машин, технологических линий в ремонтах имеется в их технических паспортах.

Затраты на проведение текущих и средних ремонтов также должны быть включены в состав затрат на производство промышленной продукции.

Все упомянутое выше свойственно оценке экономической эффективности

капитальных вложений и инвестиций с использованием доходного подхода, приведенного в официальном методическом документе «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (вторая редакция) [38].

Но возможна и предлагается отдельными авторами [51–53] оценка экономической эффективности инвестиций и инвестиционных проектов на основе имущественного подхода, основу которого составляет принятие в качестве результата инвестирования не получение дохода (прибыли), а создание или рост производственного капитала, стоимости бизнес-компаний.

В этом случае учет фактора физического изнашивания основных средств предлагается свести к оценке степени их изношенности на конец принятого расчетного периода (горизонта расчета) и определению реальной рыночной остаточной стоимости.

Существует три основных подхода к определению степени физического изнашивания основного средства:

1. Степень физического износа основного средства прямо пропорциональна объему произведенной с помощью него продукции. Норма амортизации  $d_t$  в этом случае вычисляется по формуле:

$$d_t = \frac{V_t}{V_T}, \quad (2.23)$$

где  $V_t$  – объем продукции произведенной за период  $t$ ;

$V_T$  – объем производства продукции за срок эксплуатации основного средства.

2. Степень физического износа основного средства прямо пропорциональна сроку его эксплуатации. В этом случае износ определяется по линейному закону:

$$d_t = \frac{t}{T}, \quad (2.24)$$

где  $T$  – срок эксплуатации основного средства [22].

3. Степень физического износа основного средства определяется, исходя из данных о сроках эксплуатации отдельных его составляющих, стоимости их

приобретения и ремонта. В рамках этого подхода можно выделить три различных варианта расчета:

а) степень физического износа рассчитывается по данным об общей стоимости ремонта изношенных составляющих и стоимости нового экземпляра основного средства (с учетом экономического устаревания (морального износа)) согласно формуле А.С. Консона [25]:

$$\alpha_{\phi} = \frac{R}{Z_t}, \quad (2.25)$$

где  $\alpha_{\phi}$  – степень физического износа основного средства;

$R$  – сметная стоимость ремонта, необходимого для восстановления всех износившихся узлов;

$Z_t$  – стоимость нового экземпляра основного средства в момент определения физического износа с учетом обесценивания его под влиянием новых более совершенных конструкций с лучшими эксплуатационными качествами.

б) степень физического износа основного средства определяется на основании данных о сроках эксплуатации отдельных составляющих его деталей и количества отработанного ими времени по формуле, предложенной в [9]:

$$\alpha_{\phi} = \sum_{k=1}^n \frac{T_T - f_k \times t_k}{t_k} \times d_k, \quad (2.26)$$

где  $\alpha_{\phi}$  – степень физического износа основного средства;

$T_T$  – любой текущий момент времени от начала эксплуатации основного средства, на который определяется степень его физического износа;

$n$  – количество различных групп деталей, составляющих данное основное средство и имеющих одинаковую долговечность;

$t_k$  – долговечность деталей  $k$ -ой группы;

$d_k$  – удельный вес стоимости деталей  $k$ -ой группы в общей стоимости целого основного средства;

$f_k$  – целочисленный коэффициент, который может принимать значения 0, 1, 2, 3 и т.д.

Величина коэффициента  $f_k$  рассчитывается по следующим формулам:

1) для случая, когда степень физического износа определяется на момент эксплуатации основного средства или после проведения очередного текущего ремонта:

$$f_k = \left[ \frac{T_T}{t_k} \right], \quad (2.27)$$

где квадратная скобка означает, что берется целая часть полученного числа;

2) для случая, когда степень физического износа основного средства определяется на момент начала очередного текущего ремонта:

$$f_k = \frac{T_T - t_k}{t_k}. \quad (2.28)$$

При этом если в результате расчета коэффициента  $f_k$  по формуле (35) его величина окажется дробной, то ее следует округлить до ближайшего большего целого числа.

в) степень физического износа основного средства рассчитывается по формуле, предложенной в работе [43]:

$$\alpha_\phi = \frac{\sum_{t=1}^n C_{зд} \left( \frac{I}{T_{cl}} - L \right) + \frac{I'}{t} R_\phi}{C_M}, \quad (2.29)$$

где  $\alpha_\phi$  – коэффициент физического износа конкретного основного средства;  
 $n$  – количество наименований деталей, из которых состоит основное средство;

$C_{зд}$  – стоимость замены детали;

$T_{cl}$  – полный срок эксплуатации детали;

$t$  – межремонтный период детали;

$L$  – ликвидационная стоимость детали в долях от ее полной стоимости (в данном случае под ликвидационной стоимостью понимается та стоимость, по которой оценивается основное средство в тот момент, когда оно полностью теряет свою потребительную ценность и может быть использована только как вторичное сырье);

$I$  – фактический срок эксплуатации детали на момент определения износа;

$I'$  – срок эксплуатации детали от начала эксплуатации основного средства или после очередного капитального ремонта (восстановления);

$R_с$  – стоимость восстановления детали;

$C_m$  – стоимость конкретного основного средства в сборе.

Формула (2.29) позволяет наиболее точно учесть фактическую величину физического изнашивания основных средств, используемых на промышленном объекте, за счет того, что в расчеты включены как стоимость ремонтных работ, произведенных до момента оценки износа, так и величина ликвидационной стоимости [29].

Следует отметить, что изложенные выше методы начисления амортизации основных средств, за исключением формулы (2.29), отражают не реальный процесс их физического изнашивания, а процесс формирования средств на их воспроизводство и учета их в финансовых планах производственно-хозяйственной деятельности.

Как и многие процессы, процесс физического изнашивания основных средств в наибольшей степени адекватно может быть отображен S-образной логистической кривой – уравнением Фергюльста. Реально техника изнашивается не прямо пропорционально в течение срока ее эксплуатации, а на начальном этапе происходит медленное увеличение износа, затем – среднетемповое, а на заключительном этапе – резкое увеличение износа.

Для целей более обоснованной оценки уровня изнашивания строительной техники и соответствующего начисления амортизации применение указанной кривой исследовано Е.П. Панкратовым и О.Е. Панкратовым [42]. Ими показаны: большая адекватность логистической кривой процессу физического старения машин; различие степени экспонентности кривой для различных типов и групп машин.

### **2.3.2. Учет фактора экономического устаревания основных средств промышленного производства**

Выше при определении основных форм проявления фактора времени также указывалось, что имеет место фактор экономического устаревания (морального износа) основных средств, который должен учитываться при анализе и оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства.

Чтобы обосновать и предложить конкретные методы учета влияния фактора экономического устаревания основных средств на показатели эффективности инвестирования и осуществления проектов создания и развития объектов промышленного производства необходимо рассмотреть и раскрыть суть и экономическое содержание указанного фактора.

Как известно, в практике хозяйствования и оценки основных средств принято различать их экономическое устаревание первого и второго рода.

Экономическое устаревание основных средств первого рода имеет место тогда, когда снижается их рыночная стоимость вследствие снижения себестоимости их производства на предприятиях-изготовителях.

Поскольку при реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства необходимое технологическое оборудование приобретается по текущим рыночным ценам на инвестиционной стадии, то при расчете общепринятых показателей экономической эффективности инвестиционных проектов нет необходимости внесения в их расчетные формулы каких-либо корректив. Но это касается только определения экономической эффективности реализуемых проектов инвестирования при доходном подходе.

Если же результативность инвестиций в осуществляемые инвестиционные проекты оценивать с использованием имущественного подхода, то стоимость создаваемого производственного капитала на любой момент их реализации должна быть уменьшена на величину морального старения (износа) путем умножения остаточной или восстановительной стоимости основных средств  $i$ -ых

групп на коэффициенты  $K_{мс}^i$ , определяемые по формуле:

$$K_{мс}^i = 1 - \frac{Ц_{\phi}^i - Ц_{н}^i}{Ц_{\phi}^i}, \quad (2.30)$$

где  $K_{мс}^i$  – коэффициенты морального старения основных средств  $i$ -ых групп;

$Ц_{\phi}^i$  и  $Ц_{н}^i$  – цены приобретения  $i$ -ых групп основных средств (оборудования, транспорта и др.) соответственно на момент их оценки в составе оценки стоимости имущества и фактические цены приобретения на инвестиционной стадии реализации инвестиционного проекта.

К экономическому устареванию основных средств второго рода относится такое, когда на эксплуатационной (операционной) стадии реализации проектов на рынках предлагается новая техника с новой ее производительностью, другими сроками эксплуатации, другими затратами по ее эксплуатации и обеспечивающая более лучшее качество производимой продукции.

То есть, экономическое устаревание основных средств представляет собой многоаспектный процесс, и вследствие этого оно с трудом поддается количественной оценке [18]. В практике хозяйствования обычно оно учитывается методами ускоренной амортизации, согласно которым в первые периоды времени амортизируется большая часть стоимости основных средств. Например, согласно методу суммы чисел срока эксплуатации, норма амортизации меняется во времени по закону:

$$d_t = \frac{2(T-t+1)}{T(T+1)}, \quad t \in [0, T], \quad (2.31)$$

где норма амортизации линейно уменьшается и обращается в ноль по истечении срока эксплуатации  $t = T$ . В качестве ускоренного метода амортизации может рассматриваться метод линейной амортизации, если за срок эксплуатации основного средства взят период, меньший, чем  $T$ .

Для отражения экономического устаревания основных средств также

используется метод уменьшаемого остатка  $d_t = e^{-t/T} / T$ ,  $t \in [0, \infty)$  и метод двойного уменьшаемого остатка  $d_t = 2e^{-2t/T} / T$ ,  $t \in [0, \infty)$ . Если выразить метод двойного уменьшаемого остатка через остаточные стоимости в соседние периоды, тогда  $K_{t+1} = 2K_t / T$ , т.е. оценка остаточной стоимости в каждый период времени сокращается в  $T/2$  раза.

За рубежом, в частности в США, применяются более сложные схемы учета экономического устаревания основных средств, например, переход с двойного уменьшаемого остатка на линейный метод [91]:

$$d_t = \begin{cases} 2e^{-2t/T} / T, & t \in [0, T^+]; \\ e^{-2s/T} / (T - T^+), & t \in [T^+, T] \end{cases}, \quad (2.32)$$

где  $T^+ < T$  – момент перехода.

Но указанные изложенные методы количественной оценки экономического устаревания основных средств относятся к сфере учета и оценки их текущей стоимости. Для оценки влияния фактора экономического устаревания основных средств на показатели результативности реализации проектов создания и развития производственного капитала необходимо рассмотреть содержание этого влияния не только на стоимость имущества (производственного капитала), а и на экономические результаты хозяйствования (осуществления проектов).

Появление на рынках техники, оборудования и транспортных средств с новой производительностью, другими затратами по ее эксплуатации и с обеспечением более лучшего качества производимой продукции в конечном результате конкретно может приводить к снижению цены/цен реализации подлежащей выпуску продукции, а при высокой насыщенности рынка ее к падению спроса на нее – к снижению объема производства.

В чисто методическом плане учет рассматриваемого снижения объема продаж, а, соответственно, объема производства продукции и величины выручки от ее реализации, в расчетах предписываемых «Методическими рекомендациями...» [38] показателей экономической эффективности

инвестиционных проектов может быть осуществлен путем корректировки величины выручки. Но здесь имеет место трудность в определении величины указанного снижения. Представляется в этом плане использование методов экспертного прогнозирования.

Изложенное относится к оценке экономической эффективности инвестиционных проектов при доходном подходе.

При оценке экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства на основе имущественного подхода необходимо расчетную стоимость создаваемого имущества скорректировать на величину экономического устаревания основных средств путем умножения соответствующих их  $i$ -ых групп на коэффициенты  $K_{mi}^i$ , определяемые по формуле:

$$K_{mi}^i = 1 - \frac{C_n^i + E_n \Pi_n^i}{C_m^i + E_n \Pi_m^i \eta}, \quad (2.33)$$

где  $C_n^i$ ,  $C_m^i$  – годовые эксплуатационные расходы соответственно старого и нового  $i$ -го основных средств при выполнении сопоставимого объема работы, исчисленной по наиболее производительному основному средству;

$E_n$  – принятая норма доходности инвестиций;

$\Pi_n^i$ ,  $\Pi_m^i$  – цены  $i$ -ых основных средств;

$\eta$  – коэффициент эквивалентности нового и старого оборудования, транспортных средств, определяемый по формуле:

$$\eta = \frac{\Pi_n^i \eta_n}{\Pi_\phi^i \eta_\phi}, \quad (2.34)$$

где  $\Pi_n^i$  – потенциальная производительность нового оборудования, агрегата, транспортных средств;

$\eta_n$  – коэффициент возможного практического использования нового оборудования, агрегата, транспортных средств и др.;

$\Pi_\phi^i$  – потенциальная производительность используемого оборудования, агрегата, транспортных средств;

$\eta_{\phi}$  – коэффициент возможного практического использования потенциальной новой производительности.

При разработке новой техники и новых технологий производства промышленной продукции решаются также задачи экологического характера, в том числе снижения вредного влияния на организм работающих. В ряде случаев это связано и с увеличением затрат на их выпуск и, соответственно, на приобретение и монтаж. Данное обстоятельство снижает показатели экономической эффективности осуществляемых инвестиционных проектов, но представляется, такое снижение не следует учитывать при оценке их экономической эффективности.

В заключение данного и предыдущего параграфов необходимо отметить, что изложенный учет факторов физического изнашивания и экономического устаревания основных средств при оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства должен проводиться в рамках оценки рисков инвестирования на прединвестиционной стадии их реализации.

#### **2.4. Формирование инструментов учета фактора времени, связанных с внешней экономической средой функционирования промышленных предприятий и организаций**

Как было показано выше в первом параграфе данной главы, результаты и показатели осуществления проектов создания и развития объектов промышленного производства подвержены влиянию различных факторов внешней экономической среды как на стадии инвестирования, так и на стадии эксплуатации создаваемых или модернизируемых предприятий, организаций, производств, что можно отнести к формам проявления фактора времени.

К факторам внешних условий хозяйствования, для которых можно предложить методы учета влияния на показатели экономической эффективности инвестиционных вложений, в первую очередь и конкретно можно отнести:

- общее состояние экономики и связанные с ним возможные инфляционные процессы;
- состояние рынка продукции, товаров и услуг, уровень и колеблемость (изменение) цен на них во времени;
- состояние финансового рынка, возможное изменение ставок кредитного и депозитного процентов;
- возможное изменение налоговой политики, влекущее за собой возможное изменение налоговых платежей и ставок, ставок таможенных пошлин и т.п.

Действующие «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [38] содержат конкретные предложения и методы учета только в отношении фактора инфляции из всего вышеперечисленного круга факторов, относимых к сфере внешней экономической среды реализации проектов.

Методическую основу принятого в указанном документе способа учета фактора инфляции при расчете показателей экономической эффективности инвестиционных вложений (а также потребностей в финансировании и оборотном капитале составляет дефлирование денежных потоков и соответствующее ему введение и принятие категорий базисной, текущей и прогнозной цен как на подлежащую производству продукцию, так и на потребляемые в производстве продукции ресурсы и цен на строительные и монтажные услуги, включая стоимость строительных материалов, конструкций, монтируемого оборудования, кабельной продукции, приобретение немонтируемого оборудования и транспортных средств, расчет индексов возможного отклонения текущих и прогнозных цен от базисной цены (дефляционных множителей) [38, с. 64–68].

Указанный способ в «Методических рекомендациях...» [38] распространен также и на учет фактора изменения курса рубля по отношению к валютам других стран, если они используются в качестве финансовых источников обеспечения инвестиционных проектов.

При этом предусматривается дифференцированный расчет дефляционных множителей для случаев равномерной и неравномерной инфляции по

периодам/шагам расчетного периода и однородной и неоднородной по группам потребляемых ресурсов, услуг и реализуемой подлежащей производству продукции.

Принципиально сам метод учета фактора инфляции при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов, принятый в «Методических рекомендациях...» [38], вполне корректен и замечаний не вызывает. Но в данном документе отсутствуют рекомендации непосредственно по методам и способам прогнозирования темпов инфляции. Следует также указать и на весьма большую трудоемкость расчетов при указанном методе определения и учета инфляции при анализе и оценке экономической эффективности инвестиционных вложений.

При рассмотрении решения любой проблемы, задачи, вопроса, в том числе задачи учета фактора инфляции при анализе и оценке эффективности вложений в объекты промышленного производства, необходимо иметь в виду не только саму задачу, но и цену ее решения. А изложенный метод учета фактора инфляции в инвестиционных расчетах весьма трудоемок и, следовательно, затратен при относительно сомнительной надежности их результатов. При этом, поскольку показатели эффективности в большей степени есть величины относительные, т.е. представляющие собой соотношения в виде дроби, то в случаях относительно одинаковых темпов инфляции на продаваемую продукцию и материалы и услуги, составляющие издержки производства учет их в расчетах эффективности теряет смысл ввиду одинаковых значений индексов инфляции в числителе и знаменателе соответствующей дроби. Необходимость и целесообразность учета фактора инфляции на подлежащую производству продукцию и используемые при этом материальные ресурсы будут тогда, когда будет иметь место разница темпов инфляции по группам товарных ценностей при высоком ее уровне. При относительно низких (до 3%) и относительно невысоких (до 6%) уровнях инфляции отклонения величин показателя внутренней нормы доходности (коэффициента экономической эффективности) инвестиций и индекса доходности инвестиций вследствие нее от расчетных показателей без учета фактора инфляции

будут не в пределах, а даже ниже допустимой правилами статистики погрешности.

Вследствие сказанного, предлагается влияние фактора инфляции на показатели экономической эффективности капитальных вложений и инвестиций в объекты промышленного производства при условии относительно среднего и постоянного ее уровня вообще не рассчитывать и не учитывать.

Основу доказательства допустимости указанного предложения об учете/неучете фактора инфляции при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов составляет тот факт, что параллельно с ростом цен на используемые в производстве ресурсы растут цены и на производимую продукцию, на недвижимость, производственный капитал в виде производственных мощностей, включая средства труда. Практика показывает, что при девальвации валюты финансовых потерь владельцы производственного капитала по фактору права собственности на него не несут. Деньги могут дешеветь и дешевеют, а цена и стоимость материально-вещественного наполнения денежной массы, при сохранности своей полезности, следуют возрастающим темпом согласно темпу обесценения денег.

Учет фактора инфляции и дефлирование денежных потоков при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов, реализуемых промышленными предприятиями, целесообразен и даже необходим при резком падении курса валюты, в которой анализируются и рассчитываются ее показатели, и резком росте цен на производственные ресурсы и услуги, потребляемые на инвестиционной стадии их реализации. Но такой фактор в большей степени относится к факторам рисков в инвестиционной деятельности, и потому учет его в расчетах и обоснованиях экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства более целесообразен с использованием методов учета факторов риска, основу которых составляет нахождение максимума или средней величины произведения размера на вероятность наступления.

Рассматривая инфляцию как одну из форм проявления фактора времени в

расчетах экономической эффективности инвестиционных вложений, необходимо иметь в виду, что в экономических и хозяйственных процессах имеет место не только инфляция, как обязательно присущая капиталистическим экономическим формациям, но и в более общем понимании процесс снижения и роста цен под воздействием многих факторов и условий хозяйствования и производственного развития.

Относительно проектов создания и развития объектов промышленного производства указанными «ценовыми» факторами, требующими учета при анализе и оценке их экономической эффективности, являются возможные изменения во времени цен сбыта подлежащей производству продукции и возможные во времени изменения цен на сырье, материалы и комплектующие изделия, а также энергию на ее изготовление.

В части методов учета указанных «ценовых» факторов при оценке экономической эффективности нет необходимости серьезных обоснований их. Из их содержания и характера действия логично предлагается при расчетах показателей эффективности ввести коэффициенты возможного/предполагаемого изменения цен сбыта при расчетах объема выручки и цен приобретения сырья, материалов, комплектующих, энергии – при расчетах издержек производства продукции, товаров, услуг.

Если меняется логистика по сбыту и реализации продукции промышленного производства, то целесообразно также определить величину изменения возможных издержек сбыта и, в соответствии с ней, скорректировать величину общих производственно-хозяйственных издержек.

К «ценовым» факторам, влияющим на показатели экономической эффективности инвестиционных проектов в промышленности, относится также фактор изменения процентных ставок за пользование кредитами и за хранение средств на депозитных счетах.

Следует отметить, что учет средств, получаемых инвесторами от хранения денежных средств, предусматриваемых ими на цели реализации инвестиционных проектов, при оценке их экономической эффективности, как правило, в

методических рекомендациях и публикациях по этому вопросу отсутствует.

Что касается учета цены пользования заемными средствами, то предложения непосредственно по нему и методам практически отсутствуют, за исключением работы [50], где ее авторы при построении графическо-аналитической модели финансовой обеспеченности реализации инвестиционных проектов предусматривают учет и цены хранения инвестором денежных средств на депозите, и цены пользования заемными средствами.

Поскольку получение инвестором дохода от хранения денежных средств на депозитном счете непосредственно не связаны с экономикой реализации инвестиционных проектов, то его справедливо не следует учитывать при расчетах чистого дисконтированного дохода и других показателей экономической эффективности инвестиций как результатов их осуществления.

Цена же пользования инвесторами заемными средствами естественно должна учитываться при оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства. Она может быть рассчитана известными методами по формуле:

$$Ц_k = \sum_{t=0}^T \left[ \sum_t K_t \left( 1 + \frac{P_k}{100} \right)^{t_6 - t_{п}} - \sum_t K_t \right], \quad (2.35)$$

где  $Ц_k$  – сумма, подлежащая уплате кредиторам за предоставленные кредиты;

$K_t$  – суммы кредитных средств, предоставленные предприятию в течение реализации инвестиционного проекта;

$P_k$  – ставка кредитного процента, в %;

$(t_6 - t_{п})$  – время от момента получения кредита  $t_{п}$  до момента его возврата  $t_6$ , в годах [54].

Указанную величину  $Ц_k$  необходимо включить в слагаемые (со знаком минус) наравне с суммой инвестиционных вложений при определении чистого дисконтированного дохода (ЧДД) проекта, т.е.:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - Z_t - I_t}{(1+r)^t} - Ц_k. \quad (2.36)$$

В том случае, если меняется процентная ставка по кредитам, то снижение или увеличение чистого дисконтированного дохода может быть рассчитано как разница величин  $Ц_k$ , при принятой базовой и возможной увеличенной или пониженной ставке кредитного процента.

Изменение налоговых ставок и других отчислений в различные фонды в том же направлении влияет на издержки производства и хозяйствования, себестоимость производства продукции, за исключением налога на добавленную стоимость и на прибыль. Соответственно это изменение отразится на величинах показателей экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства.

Снижение или увеличение чистого дисконтированного дохода вследствие изменения ставок налогов, в принципе, состоит из трех частей. Первая часть – это налоговые и другие отчисления, относимые согласно действующим правилам учета на себестоимость производимой продукции, т.е. издержки производства. К ним относятся отчисления в Фонд пенсионного и социального страхования, дорожный налог, налог на имущество. Вторая и третья части – это налоги на добавленную стоимость и на прибыль.

Снижение или увеличение чистого дисконтированного дохода вследствие изменения ставок налоговых платежей, относимых на себестоимость производства продукции  $\Delta\text{ЧДД}_n$ , предлагается рассчитывать по следующей упрощенной формуле:

$$\Delta\text{ЧДД}_n = \sum_{t=0}^T B_t \gamma \frac{\Delta P_n}{100} (1+r)^{-t}, \quad (2.37)$$

где  $B_t$  – сумма выручки от реализации продукции, товаров, услуг на  $t$ -ом шаге расчета;

$T$  – горизонт расчета;

$\gamma$  – отношение суммы годовых налоговых платежей к объему годовой выручки;

$\Delta P_n$  – средневзвешенная величина изменения налоговых ставок, в процентных пунктах;

$r$  – ставка дисконтирования.

Снижение или увеличение чистого дисконтированного дохода вследствие изменения ставок налогов на добавленную стоимость и на прибыль  $\Delta ЧДД_{ндс,n}$  предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta ЧДД_{ндс,n} = \sum_{t=0}^T B_t \alpha \frac{\Delta P_{ндс}}{100} (1+r)^{-t} + \sum_{t=0}^T B_t \beta \frac{\Delta P_n}{100} (1+r)^{-t}, \quad (2.38)$$

где  $B_t$  – сумма выручки от реализации продукции, товаров, услуг на  $t$ -ых шагах расчета;

$T$  – горизонт расчета;

$\alpha$  и  $\beta$  – доли соответственно чистой продукции (добавленной стоимости) и валовой прибыли в ценах ее реализации, отношение суммы годовых налоговых платежей к объему годовой выручки;

$\Delta P_{ндс}$  и  $\Delta P_n$  – величина изменения ставок налога на добавленную стоимость и на прибыль, в процентных пунктах;

$r$  – ставка дисконтирования.

Снижение или увеличение чистого дисконтированного дохода вследствие изменения таможенных пошлин  $\Delta ЧДД_{mn}$  предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta ЧДД_{mn} = \sum_{t=0}^T B_t \alpha_э \frac{\Delta H_{тп}}{100} (1+r)^{-t}, \quad (2.39)$$

где  $\alpha_э$  – доля выручки от экспортных поставок;

$\Delta H_{тп}$  – изменение величины таможенной пошлины, в % от стоимости реализации продукции.

Выше были рассмотрены и даны предложения по учету при оценке экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства факторов, связанных с возможным изменением цен на производимую продукцию и потребляемые при ее изготовлении материальные и другие ресурсы. Но имеют место и другие связанные с фактором времени

факторы внешнего экономического характера, учет которых необходим при анализе и оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства.

Весьма существенным фактором, подлежащим учету при оценке их экономической эффективности, по нашему мнению, следует принять и рассмотреть фактор земельных экономических отношений инвесторов, зависящий и определяемый их формой.

Земельные участки под размещение объектов промышленного производства могут быть приобретены предприятиями в собственность или взяты в аренду на договорные сроки.

Соответственно этому при определении суммы вложений на инвестиционной стадии в нее должна быть включена или стоимость приобретения права владения земельным участком по кадастровой или рыночной ценам, или единовременная сумма арендного платежа за право пользования им (если таковое предусматривается в договоре аренды).

При приобретении предприятием земельного участка в собственность в дальнейшем оно, согласно действующему в стране законодательству, платит земельный налог, размер которого зависит от класса земельной площади, в свою очередь зависящего от степени ее инженерной освоенности и других факторов, в том числе природного характера.

Поэтому в издержки производства намечаемых к выпуску продукции, товаров, услуг необходимо включить в сумму полагающегося к уплате налога на землю с учетом возможного пересмотра ставок его.

При осуществлении проектов с применением арендной формы пользования земельными участками могут быть такие условия платы за него:

- единовременный полный арендный платеж за все время пользования;
- единовременный или частичный арендный платеж за все время пользования плюс ежегодные платежи, компенсирующие уплату землевладельцем земельного налога;
- ежегодный арендный платеж, включающий в себя компенсацию расходов

землевладельца по приобретению земельного участка и уплату им земельного налога.

Соответственно указанным экономическим условиям аренды предприятием земельных участков при расчете показателей экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства при единовременном полном арендном платеже на инвестиционной стадии их реализации в сумму вложений включается сумма указанного платежа.

При единовременном или частичном арендном платеже, полностью или частично компенсирующем расходы землевладельца по приобретению земельного участка, и ежегодной арендой плате, компенсирующей как расходы землевладельца по приобретению земельного участка, так и уплату им полагающегося земельного налога в процессе расчетов экономической эффективности проектов в затраты на инвестиционной стадии их реализации включается сумма единовременного арендного платежа, а на эксплуатационной (операционной) стадии – сумма последующих годовых арендных платежей в привязке к шагам расчета.

При ежегодном арендном платеже, включающем в себя компенсацию землевладельцу его затрат по приобретению земельного участка и по уплате земельного налога, при оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства предлагается всю его сумму включать в текущие издержки производства намечаемой к выпуску продукции.

Все рассмотренные и изложенные выше включения затрат, связанных с приобретением и арендой земельных участков, относятся на соответствующие временные периоды осуществления инвестиционных проектов (шаги расчета) принимаемого горизонта расчета.

В данной работе не рассматриваются вопросы экономики землепользования. Но в процессе решения задачи учета затрат и экономики землепользования в рамках исследования фактора времени в инвестиционных вложениях встает такой вопрос. Если при арендной форме пользования земельными участками у предприятий нет экономического интереса к их

стоимости после истечения срока аренды, так как они являются землепользователями, а не землевладельцами, то при приобретении земельных участков инвесторами во владение ими, это владение остается за ними не только во временной период, за который рассчитываются показатели экономической эффективности инвестиционных вложений, а и за последующее за ним время. А указанное владение, как любое владение материальной собственностью, имеет цену. А потому из изложенного вытекает, что при определении чистого дисконтированного дохода как показателя экономической эффективности инвестиционных проектов правомерно и необходимо включить рыночную стоимость земельного участка на конец принятого расчетного периода (горизонта расчета). Соответственно, величина рыночной стоимости земельного участка должна быть учтена и при расчетах других показателей экономической эффективности: индекса доходности, внутренней нормы доходности и срока окупаемости.

Другим фактором, относящимся к фактору времени, который требует учета при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов производственного характера, по нашему мнению, следует отнести меньший объем производства продукции в начальный период освоения и выхода на проектную мощность (производительность), что характерно для большинства предприятий практически всех отраслей промышленности. Отметим, что в большинстве примеров бизнес-планов инвестиционных проектов производственного характера в разных изданиях, как правило, не только не отсутствуют пониженные коэффициенты использования производственной мощности в начальный(ые) год(ы) эксплуатационной стадии их реализации, но и нередко отсутствуют работы и затраты на выполнение пуско-наладочных работ.

В части указанного фактора также нет необходимости серьезных обоснований по методам его учета при оценке экономической эффективности проектов создания и развития объектов промышленного производства. Весь метод учета будет состоять в умножении расчетного объема производства продукции и, следовательно, выручки, а также издержек производства на

расчетные коэффициенты использования проектной мощности по шагам расчета принятого временного периода, за который определяются показатели эффективности проекта.

## Выводы по главе 2

В данной второй главе диссертации разработаны критерии типологии основных форм проявления фактора времени при реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства, на основе чего дана классификация основных форм проявления фактора времени применительно к объектам промышленного производства. Она отличается учетом жизненного цикла реализации проекта, обусловленностью структурой и качеством основных средств, зависимостью от изменений во внешней среде и обеспечивает более полный учет фактора времени для повышения обоснованности экономических расчетов и принимаемых на их основе решений.

В соответствии с выявленными основными формами проявления фактора времени при реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства предложен концептуальный подход к учету фактора времени, суть которого заключается в развитии инструментов учета этих форм его проявления в соответствии с принципиальными положениями теории процента и концепции временной ценности денег. К таким инструментам относятся инструменты определения величины потерь от «замораживания» капитальных вложений, оценки влияния физического изнашивания и экономического устаревания основных средств на их стоимость и стоимость реализуемой продукции, а также влияния изменения налоговых, таможенных, кредитных ставок платежей, цен на потребляемые ресурсы и подлежащую производству продукцию.

Применение вышеуказанных инструментов учета фактора времени в расчетах показателей экономической эффективности вложений в объекты промышленного производства позволяет повысить результативность учета фактора времени и эффективность реализуемых проектов.

### **ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ УЧЕТА ФАКТОРА ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИН ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ СРОКОВ СОЗДАНИЯ, РАЗВИТИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В предыдущей главе были рассмотрены проблемы и соответствующие инструменты учета основных форм проявления фактора времени при оценке экономической эффективности вложений промышленными предприятиями и организациями в создание и развитие объектов промышленного производства. Но в рамках фактора «время» требуют решения весьма важные задачи не только учета влияния каких-либо еще факторов, а решения их оптимизационного характера, к которым, в частности, относятся определение экономически целесообразной продолжительности (срока) инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства и экономически целесообразной продолжительности (срока) эксплуатации основных средств, используемых на эксплуатационной (операционной) стадии таких проектов.

#### **3.1. Оценка величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены ведущих основных средств на объектах промышленного производства**

Проблема определения экономически целесообразного срока эксплуатации и, соответственно, оптимального момента замены основных средств промышленного производства является предметом исследования отечественных и зарубежных авторов с середины XX века. За это время было предложено множество различных подходов к решению этой проблемы. В таблице 3.1. представлена авторская классификация моделей определения экономически целесообразных сроков эксплуатации основных средств (активной части), полученная в результате анализа отечественных и зарубежных работ в этой

области [70].

Таблица 3.1 – Классификация моделей определения экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств (разработано автором)

Критерий	I	II
Последовательность замены	последовательная	параллельная
Модель времени	дискретное время	непрерывное время
Детерминированность модели	детерминированная	стохастическая
Срок эксплуатации	постоянный	переменный
Горизонт прогнозирования	неограниченный	ограниченный
Научно-технический прогресс	непрерывный	прерывистый
Принцип определения эффективности	минимизация затрат	максимизация результата (дохода, прибыли)

Использование каждого из обозначенных вариантов модели дает свою, уникальную величину экономически целесообразного срока эксплуатации основного средства, которая может существенно отличаться в большую или меньшую сторону от значений, полученных с помощью других вариантов, из-за чего имеет смысл для каждого конкретного основного средства или группы основных средств подбирать наиболее подходящую по критериям модель. В то же время, большинство современных моделей отличаются чрезмерной сложностью формул. При планировании проектов создания и развития объектов промышленного производства возможно использование более простых моделей.

С позиции современной теории инвестиционного проектирования в промышленных отраслях наибольший интерес представляет ряд методов определения экономически целесообразных сроков эксплуатации основных средств с учетом фактора времени (дисконтирования), разработанных отечественными и зарубежными учеными, соответствующих моделям с признаками I группы из таблицы 3.1.

Согласно одному из таких классических зарубежных методов замены оборудования, носящему название метода эквивалентных годовых затрат

(*equivalent annual cost*), основные средства лучше всего заменять новыми в момент достижения минимальной величины приведенной суммы дисконтированных затрат, при этом процентная ставка и величина ежегодных эксплуатационных затрат являются постоянными в течение неограниченного горизонта прогнозирования. Эквивалентные годовые затраты (*equivalent annual cost, EAC*), т.е. годовые затраты на содержание и эксплуатацию основного средства в течение срока его эксплуатации, рассчитываются следующим образом:

$$EAC(n) = \left( \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right) \left( p - \frac{s_n}{(1+r)^n} + \sum_{i=1}^n \frac{o_i}{(1+r)^i} \right), \quad (3.1)$$

где  $EAC(n)$  – эквивалентные годовые затраты на эксплуатацию основного средства в течение  $n$  лет,

$r$  – процентная ставка за шаг расчетного периода,

$p$  – стоимость приобретения нового основного средства,

$s_n$  – ликвидационная стоимость основного средства, прослужившего  $n$  лет,

$o_i$  – затраты на эксплуатацию и обслуживание основного средства на шаге  $i$  расчетного периода.

Экономически целесообразный срок эксплуатации основного средства – это срок  $n$ , которому соответствует минимальная величина  $EAC$ .

Выражение  $\left( \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right)$  представляет собой отношение постоянного аннуитета к текущей стоимости получения этого аннуитета на заданном отрезке времени и называется коэффициентом возмещения капитала (*capital recovery factor*). Это означает, что капитал, вкладываемый на протяжении всего периода инвестирования, должен быть возмещен с процентами на него.

Другой классический зарубежный метод определения экономически целесообразного срока эксплуатации и момента замены основного средства с учетом его физического изнашивания и экономического устаревания был предложен в 1949 г. Дж. Тербором, директором по исследованиям американского Института машиностроения и смежных отраслей промышленности (*The*

*Machinery and Allied Products Institute, MAPI*) [100]. Данный метод, получивший название «метод МАПИ», был чрезвычайно распространен среди американских промышленников на протяжении второй половины XX в. и был включен в основные учебники по инженерной экономике (например, [90]). Метод МАПИ, хотя и имел много общего с еще одним классическим методом – методом полных дисконтированных затрат, в то же время, содержал некоторые новые положения, среди которых, например, сравнение последовательно эксплуатируемых основных средств (т. н. «цепи»), а не их отдельных единиц, а также определение экономически целесообразного срока эксплуатации основного средства посредством соотнесения величины ее первоначальной стоимости и темпа нарастания физического изнашивания и экономического устаревания. В методе МАПИ предполагалось, что научно-технический прогресс растет линейно с фиксированной постоянной скоростью, что вполне допустимо для учета этого динамического явления. Модель метода также основывалась на принятии бесконечного горизонта расчета. В отличие от предшествующих ему методов, в которых рассчитывалась экономия, получаемая в год замены основного средства, и предполагалось, что эта экономия будет распространяться на каждый год эксплуатации нового основного средства, метод МАПИ уделял большее внимание условиям эксплуатации основного средства в будущем. В нем величина годовой экономии уменьшается за счет учета как физического изнашивания основного средства, так и большей производительности новых основных средств. С увеличением срока эксплуатации основного средства среднегодовые затраты на возмещение основного капитала уменьшаются, одновременно с этим линейно возрастает т. н. «эксплуатационная неполноценность» (*“operating inferiority”*) – отставание заменяемого основного средства от заменяющего его по эксплуатационным характеристикам, выражаемое в денежных затратах. Экономически целесообразному сроку эксплуатации основного средства с учетом его физического изнашивания и экономического устаревания соответствует низшая точка кривой, отражающей ежегодное изменение суммы двух вышеуказанных видов затрат.

Отечественные исследователи П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк в своей работе [12] приводят три различные формулы, связанные с методом определения оптимального момента замены основных средств на основе принципа минимизации дисконтированных затрат.

Первая формула применима в случае, когда эксплуатируемое основное средство заменяется аналогичным, но еще не изношенным. Оптимальный момент замены определяется соответствующим минимальной величине затрат  $Z_T$ :

$$Z_T = \frac{K + \int_0^T e^{-rt} C(t) dt - L(T) e^{-rT}}{1 - e^{-rT}} \Rightarrow \min, \quad (3.2)$$

где  $K$  – затраты на приобретение основного средства;

$C(t)$  – интенсивность чистых эксплуатационных издержек, т.е. затраты и налоги, связанные с эксплуатацией основного средства (без амортизации), осуществляемые в малую единицу времени;

$L(T)$  – ликвидационное сальдо, определяемое в зависимости от момента выбытия  $T$ ;

$T$  – порядковый номер года, отсчитываемый от начала эксплуатации.

Вторая, более сложная, формула разработана для случая замены основного средства новым, имеющим, помимо отсутствия физического износа, более высокие технико-экономические параметры (при этом делается предположение о неизменности параметров производительности):

$$Z_{инт} = \sum_{m \geq 1} e^{-r\tau_m} \left[ K_m + \int_0^{T_m} e^{-rt} C_m(t) dt + L_m(T_m) e^{-rT_m} \right], \quad (3.3)$$

где  $m$  – индекс заменяемого основного средства;

$\tau_m$  – момент приобретения  $m$ -ой единицы основных средств;

$T_m$  – срок эксплуатации  $m$ -ой единицы основных средств;

$C_m(t)$  – интенсивность чистых эксплуатационных издержек  $m$ -ой единицы основных средств;

$K_m$  – затраты на приобретение  $m$ -ой единицы основных средств.

Третья формула применима в случае замены основного средства новым, имеющим, помимо отсутствия физического износа, более высокие технико-экономические параметры (но при этом предполагается, что производительность техники изменяется на протяжении всего срока эксплуатации). В этой ситуации оптимальный момент замены основного средства соответствует минимуму удельных дисконтированных затрат:

$$Z_{\text{уд}}(n) = \frac{K + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+E)^t} - \frac{L_n}{(1+E)^n}}{\sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+E)^t}} \Rightarrow \min, \quad (3.4)$$

где  $C_t$  – расчетная цена единицы производимой продукции в году  $t$ ;

$P_t$  – производительность основного средства в году  $t$ ;

$L_n$  – ликвидационная стоимость основного средства в году  $n$ ;

$n$  – срок функционирования основного средства.

Необходимо отметить некоторые преимущества этого подхода, в частности, простоту расчета итогового критерия, а также учет производительности основных средств и ее изменения по годам. Но, тем не менее, при его обосновании допущены определенные упрощения, что делает возможным его применение только в целях приближенной оценки.

В работе С.А. Смоляка [57] рассмотрен метод дисконтированных денежных потоков, согласно которому экономически целесообразный (оптимальный) срок эксплуатации основного средства соответствует наибольшей величине ЧДД [57, с. 47]. ЧДД проекта приобретения и использования основного средства за оптимальный срок эксплуатации оборудования  $T$  составляет:

$$\text{ЧДД}_T = -c + \int_0^T \alpha(t) f(t) dt + s\alpha(T) \Rightarrow \max, \quad (3.5)$$

где  $c$  – начальная стоимость оборудования;

$\alpha(t)$  – ставка дисконтирования для  $t$ -го года;

$f(t)$  – интенсивность чистых притоков денежных средств от использования

оборудования;

$s$  – ликвидационная стоимость оборудования в конце срока эксплуатации.

В дискретном времени оптимальный срок эксплуатации  $T$  будет решением задачи:

$$-c + \sum_{t=0}^T \alpha_t \Phi_t + s\alpha_T \Rightarrow \max. \quad (3.6)$$

Необходимым условием оптимальности срока эксплуатации  $T$  будет:  $\Phi_{T+1} - sE_{T+1} \leq 0 \leq \Phi_T - sE_T$ . Если чистые притоки  $\Phi_t$  с ростом  $t$  убывают, а ставка дисконта со временем не меняется, то это условие определяет оптимальный срок эксплуатации  $T$  однозначно. Однако, если основное средство нуждается в дорогостоящем ремонте, то разность  $\Phi_T - sE_T$  может менять знак несколько раз. Соответствующие значения  $T$  необходимо проверять на оптимальность «непосредственно», сравнивая отвечающие им значения ЧДД [57, с. 47].

Следует отметить, что метод определения экономически целесообразного (оптимального) срока эксплуатации основного средства, основанный на критерии максимизации ЧДД, является сейчас одним из наиболее популярных в мировой практике.

Среди современных методов определения величин экономически целесообразного срока эксплуатации и замены основных средств достаточно обоснованным представляется метод, предложенный Н. Хритоненко и Ю. Яценко [94], предусматривающий решение задачи для двух вариантов характера замены основных средств в течение расчетного периода: дискретного и непрерывного.

При серийной замене и дискретном ее характере текущая стоимость ее  $J$  при бесконечном горизонте  $[\tau_0, \infty)$  предложено определять следующим образом:

$$J(\tau_1, \tau_2, \dots) = \sum_{i=1}^{\infty} \rho^{\tau_i} p(\tau_i) + \sum_{i=0}^{\infty} \left[ \sum_{k=\tau_i}^{\tau_{i+1}} \rho^k q(\tau_i, \tau_k) - \sigma \rho^{\tau_{i+1}} p(\tau_i) \theta^{-(\tau_{i+1} - \tau_i)} \right], \quad (3.7)$$

где  $\rho$ ,  $0 < \rho < 1$  – коэффициент дисконтирования (годовой) в дискретном времени;

$p(t)$ ,  $t \in [\tau_0, \infty)$  – стоимость нового основного средства (цена приобретения и

стоимость установки) в момент времени  $t$ ;

$q(t, u), t, u \in [\tau_0, \infty)$  – эксплуатационные расходы в момент времени  $u$  для основного средства, купленного в момент  $t \leq u$ ;

$\sigma, 0 \leq \sigma < 1$  – ежегодный мультипликатор ликвидационной стоимости для нового основного средства;

$\theta, 0 < \theta < 1$  – годовой коэффициент снижения ликвидационной стоимости основного средства.

В формуле (3.7)  $\rho^i p(\tau_i)$  – дисконтированная стоимость основного средства, приобретенного в момент  $\tau_i$ , а сумма  $\rho^k q(\tau_i, \tau_k)$  по сравнению с  $[\tau_i, \tau_{i+1}]$  – дисконтированная стоимость эксплуатационных расходов для этого основного средства до следующей его замены. Соответственно, первый член в формуле (3.7) представляет собой общую стоимость приобретенных основных средств, второй – дисконтированную общую стоимость эксплуатационных расходов, а третий – дисконтированную общую ликвидационную стоимость.

Находится оптимальное время замены  $\{\tau_{k*}, k = 1, 2, \dots\}$ , которое минимизирует текущую стоимость общей стоимости замещения в формуле (3.7):

$$J(\tau_{1*}, \tau_{2*}, \dots) = \min_{\tau_1, i=1, \dots, \infty} J(\tau_1, \tau_2, \dots). \quad (3.8)$$

В указанной модели полагается, что неизвестные  $\tau_i$  являются целыми значениями, что предопределяет достаточную сложность процесса решения задачи данным способом. Но эта сложность устраняется при принятии варианта непрерывного характера замены оборудования. В этом случае определяется минимум цены замены, рассчитываемой из выражения:

$$J(\tau_1, \tau_2, \dots) = \sum_{i=1}^{\infty} e^{-r\tau_i} p(\tau_i) + \sum_{i=0}^{\infty} \left[ \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} q(\tau_i, u) du - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1} - \tau_i)} \right]. \quad (3.9)$$

По отношению к неизвестным  $\tau_i, i = 1, 2, \dots, \tau_0 < \tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \dots$ . В формуле (3.9) параметр  $r = -\ln \rho > 0$  обозначает ставку дисконтирования для непрерывного времени,  $s = -\ln \theta > 0$  – темп уменьшения ликвидационной стоимости для

непрерывного времени, а все остальные параметры имеют то же значение, что и в модели (3.7).

Указанный метод оптимизации замены оборудования по срокам с учетом предстоящих затрат, предложенный Н. Хритоненко и Ю. Яценко, является, возможно, самым обоснованным из всех современных методов, однако он очень сложен в использовании.

В целом, можно сказать, что ни один из современных методов оценки экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств не способен в полной мере учесть все необходимые для анализа условия. Специфика инвестиционного проекта, разрабатываемого и реализуемого промышленными предприятиями и организациями, зачастую может требовать иного, нетрадиционного подхода к определению экономически целесообразного срока эксплуатации задействованных в ходе его реализации основных средств. Например, в некоторых случаях неограниченный горизонт прогнозирования и планирования может быть неприемлем. Так, например, оборудование ядерного реактора АЭС имеет ограниченный срок эксплуатации. Однако в большинстве инвестиционных проектов в промышленности срок эксплуатации и горизонт прогнозирования все же можно считать неограниченным.

Также, по всей видимости, научно-технический прогресс носит характер непрерывно-прерывистого, и адекватно учесть эту особенность при оценке экономически целесообразного срока эксплуатации достаточно сложно. Иногда на этапе скачка научно-технического прогресса основное средство становится выгоднее заменить, не дожидаясь окончания его экономически целесообразного срока эксплуатации, чтобы воспользоваться преимуществами новых доступных вариантов, которые могут принести более высокий спрос и прибыль. С другой стороны, научно-технический прогресс иногда может побуждать лиц, принимающих решения, использовать основное средство за пределами его экономически целесообразного срока эксплуатации. Для упрощения расчетов можно считать научно-технический прогресс непрерывным и возрастающим линейным образом.

Решение задачи нахождения оптимального, экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств может предполагать конечный горизонт прогнозирования, за пределами которого затраты не влияют на оптимальное решение о замене текущего основного средства.

В случае необходимости замены сразу нескольких основных средств соответствующее решение может приниматься для каждого из них в отдельности, но только если они всецело экономически независимы. Когда основные средства экономически взаимозависимы, вопрос об их замене должен рассматриваться совместно. Если основные средства работают в одной связке, проблема осложняется операционной взаимозависимостью. На практике различные параметры эксплуатации часто бывают неопределенны, и оптимальное решение детерминированной задачи может быть не всегда подходящим. Для решения такого рода задач можно использовать принцип минимизации ожидаемых дисконтированных затрат. Однако бывают ситуации, когда информация ограничена, а вероятностные оценки недоступны в качестве исходных данных. В этих случаях приходится прибегать к более сложным подходам динамического программирования.

В классических методах определения экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств предполагается, что состояние используемых основных средств с течением времени ухудшается. Однако зачастую их состояние больше зависит от интенсивности эксплуатации их. На решение о замене основного средства также могут повлиять производительность (например, иногда выгодно заменить основное средство на новое с целью удовлетворения растущего спроса) и даже вопросы налогообложения, сказывающиеся на итоговых величинах денежных потоков.

Поскольку задача определения экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств, задействованных на эксплуатационной (операционной) стадии реализации проекта создания и развития объектов промышленного производства, не является самостоятельной и входит в состав более масштабной задачи оценки экономической эффективности всего проекта и

принятия решения о его реализации, слишком высокая степень детализации всех условий, сопутствующих эксплуатации основных средств, и соответствующих расчетов не требуется. В то же время, задача определения экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств должна решаться с помощью научно обоснованного метода, включающего в себя все основные необходимые положения.

Для целей планирования и расчета показателей оценки экономической эффективности вложений в создание или развитие объектов промышленного производства предлагается применять в меру упрощенный специальный инструмент определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств, который базируется на следующих положениях:

1) использование критерия минимизации затрат, который выглядит предпочтительнее критерия максимизации эффекта, потому что затраты на конкретное основное средство посчитать легче, чем вычлнить эффект, получаемый от использования этого основного средства, из всего совокупного эффекта (дохода);

2) обязательный учет фактора времени – неравноценности денежных потоков во времени, обеспечиваемый путем применения в расчетах аппарата дисконтирования;

3) учет экономического устаревания (морального износа) первого и второго рода;

4) включение в расчетную формулу остаточной (ликвидационной) стоимости основного средства на момент окончания его физического срока эксплуатации;

5) возможность быстрого расчета при совпадении и выполнении ряда условий посредством применения упрощенных формул.

При формировании исходной информации для анализа экономической эффективности вложений в создание или развитие объектов промышленного производства предлагается определять экономически целесообразный срок эксплуатации основных средств на эксплуатационной стадии проекта с помощью

формулы, предполагающей бесконечную цепь замещения основного средства идентичным с учетом его физического изнашивания и экономического устаревания с помощью более простой формулы расчета экономически целесообразного момента замены основного средства.

Для определения экономически целесообразного срока эксплуатации и момента замены основного средства предлагается использовать показатель минимальных относительных издержек ( $Z_{cp}$ ), рассчитываемый по следующей формуле:

$$Z_{cp} = \frac{\alpha_T K_T + \sum_{i=1}^T \alpha_i C_i - \alpha_T L_T}{\sum_{i=1}^T \alpha_i (P_i / P_1)}, \quad (3.10)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент дисконтирования для  $i$ -го года эксплуатации основного средства,  $i = 1, 2, \dots, T$ ;

$K_T$  – стоимость приобретения основного средства в  $T$ -м году эксплуатации (цена приобретения, транспортировки и установки), которая уменьшается с каждым годом эксплуатации основного средства в силу проявления экономического устаревания первого рода;

$T$  – год эксплуатации основного средства, для которого рассчитываются средневзвешенные затраты;

$C_i$  – эксплуатационные расходы в  $i$ -м году эксплуатации основного средства (включая затраты на текущий и капитальный ремонт (физическое изнашивание) и разницу с эксплуатационными расходами более совершенной модели (экономическое устаревание второго рода));

$L_T$  – ликвидационная (остаточная) стоимость основного средства в  $T$ -м году эксплуатации;

$P_i$  и  $P_1$  – производительности основного средства соответственно в  $i$ -м и 1-м годах его эксплуатации.

Стоимость приобретения основного средства  $K$  (его первоначальная стоимость), которая входит в расчет накопленных к году эксплуатации  $T$  затрат,

на первый взгляд, должна быть неизменной на протяжении всего периода эксплуатации основного средства. Однако, как известно, проявление экономического устаревания первого рода состоит в удешевлении стоимости основного средства со временем (ежегодно) в силу научно-технического прогресса. Аналогичную более «молодую» единицу этого основного средства при замене старой можно приобрести за меньшую сумму, что дает небольшую экономию в противовес самим рассчитываемым издержкам. Поэтому, чтобы учесть эту разницу в стоимости, в расчеты ежегодной суммы издержек от эксплуатации основного средства необходимо заложить стоимость приобретения основного средства в год  $T$ . Поскольку все денежные потоки на временной шкале подлежат дисконтированию, стоимость приобретения в год эксплуатации  $T$  умножается на коэффициент дисконтирования для этого года  $\alpha_T$ .

Экономическое устаревание второго рода учитывается через стоимостную разницу в издержках эксплуатации основного средства по сравнению с более современными моделями, а также через снижение производительности рассматриваемой единицы основного средства. Косвенное экономическое устаревание третьего рода можно учесть посредством корректировки денежных потоков на том или ином этапе.

Год эксплуатации основного средства  $T$ , при котором показатель средневзвешенных годовых затрат будет минимальным, является экономически целесообразным годом замены основного средства и, следовательно, границей экономически целесообразного срока его эксплуатации (рисунок 3.1).

Похожие методы расчета приводились в некоторых отечественных и зарубежных работах [12; 48, с. 145; 81, с. 375], однако в них не учитывались остаточная стоимость основного средства и экономическое устаревание всех видов.

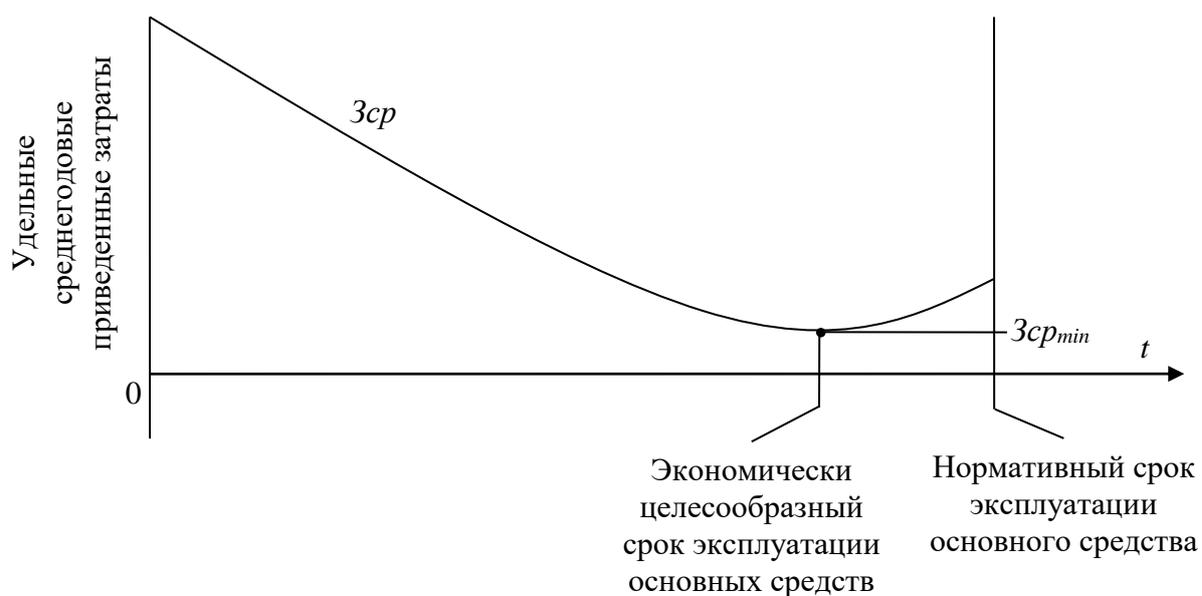


Рисунок 3.1 – Графическая интерпретация определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации основных средств по минимуму удельных среднегодовых приведенных затрат

Предлагаемый инструмент позволяет достаточно быстро и точно определить экономически целесообразный срок эксплуатации основных средств на эксплуатационной стадии проекта создания или развития объектов промышленного производства при формировании исходной информации для анализа экономической эффективности проекта.

Предлагаемую модель рассмотрим на условном примере в таблице 3.2. Первоначальная стоимость основного средства составляет 8600 д.е., в силу проявления фактора экономического устаревания первого рода она уменьшается линейно с каждым годом на 40 д.е. Ежегодные эксплуатационные издержки возрастают с каждым годом эксплуатации, в эти издержки также включаются затраты на проведение капитального ремонта на 4-м, 7-м и 10-м годах эксплуатации. Срок полезного использования основного средства согласно техническому паспорту составляет 12 лет. Ликвидационная стоимость для простоты расчета равна стоимости утилизации в металлолом и принята равной 600 д.е. для каждого года. Ставка дисконтирования составляет 10%.

Таблица 3.2 – Пример расчета относительных издержек производства при решении задачи определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены основного средства

Срок эксплуатации, $i$ лет	Затраты на приобретение	Эксплуатационные издержки соответствующего года	Ликвидационная стоимость по окончанию срока эксплуатации	Коэффициент дисконтирования при ставке $r=0,1$	Дисконтированные эксплуатационные издержки	Суммарные затраты нарастающим итогом	Отношение производительности $i$ -го года к начальной	Относительные издержки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8600	4922,4	600	0,909	4474,9	11747,6	1	12922,4
2	8560	5077,6	600	0,826	4196,4	15249,8	0,976	8889,34
3	8520	5261,6	600	0,751	3953,1	18574,8	0,943	7661,8
4	8480	7500,8	600	0,683	5123,1	23129,7	0,949	7528,7
5	8440	5466,4	600	0,621	3394,2	26009,8	0,918	7140,9
6	8400	5702,4	600	0,564	3218,9	28763,5	0,881	6948,3
7	8360	8082	600	0,513	4147,3	32490	0,915	7048,8
8	8320	5749,6	600	0,467	2682,2	34791,6	0,882	6929,6
9	8280	6025,6	600	0,424	2555,4	37002,7	0,84	<b>6882</b>
10	8240	8528,4	600	0,386	3288,1	39979,2	0,894	6987,6
11	8200	5940,4	600	0,35	2082,1	41779,5	0,858	6937,7
12	8160	6243,6	600	0,319	1989,4	43514	0,812	6928

Минимум относительных издержек основного средства в данном случае приходится на 9-й год эксплуатации, за пределами которого содержать это основное средство становится экономически не выгодным в силу увеличения относительных издержек.

В случае равномерного линейного возрастания ежегодных эксплуатационных расходов  $C_i$  на одну и ту же величину  $\Delta C$  и при малой величине ликвидационной стоимости, которую можно приравнять к нулю, в целях снижения трудоемкости и ускорения расчета величины экономического срока эксплуатации возможно также использование упрощенной формулы Дж. Тербора из метода МАПИ [105]:

$$T = \sqrt{\frac{2K}{\Delta C}} + \frac{rK - \Delta C}{2\Delta C}, \quad (3.11)$$

где  $r$  – ставка дисконтирования.

Вышеуказанный специальный инструмент предназначается для определения экономически целесообразных сроков эксплуатации ведущего оборудования и других основных средств, как при создании промышленными предприятиями и организациями новых производственных мощностей, так и при техническом перевооружении действующих.

По оценке специалистов Ассоциации организаций оборонно-промышленного комплекса производителей медицинских изделий и оборудования (АПМИ ОПК), экономический эффект от использования предложенного инструмента на предприятиях и в организациях, взаимодействующих с Ассоциацией, за период 2019-2024 гг. оценивается в 7,2% от балансовой стоимости заменяемого оборудования.

### **3.2. Определение величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства**

Проблема нахождения экономически целесообразной (оптимальной) продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов реального инвестирования, в том числе проектов создания и развития объектов промышленного производства, подробно изложена автором диссертации в статье [68].

Как известно, любой инвестиционный проект предполагает наличие различных вариантов осуществления входящих в него работ. Работы по проекту могут выполняться с разными объемами одного и того же ресурса или вообще с ресурсами различных видов. Проекты создания и развития объектов промышленного производства, подразумевающие возведение зданий промышленного назначения либо их реконструкцию, техническое перевооружение или модернизацию, в большинстве случаев являются дорогостоящими и масштабными, и в таких проектах выявление оптимального набора видов и объемов ресурсов, а также технологий выполнения соответствующих работ является одной из наиболее сложных задач, возникающих при планировании проектов.

Реализация крупных инвестиционных проектов создания и развития объектов промышленного производства чаще всего связана с выполнением достаточно большого количества и объема работ, и просчитать все их возможные комбинации быстро не получится. Но для любого из участников таких проектов, прежде всего, для промышленного предприятия – заказчика, очень важно решение задачи об оптимизации продолжительности инвестиционной стадии, что, как правило, осуществляется с использованием методов экономико-математического моделирования. Указанная оптимизация может осуществляться по двум основным параметрам – времени и стоимости работ – и должна учитывать все возможные их варианты и сочетания. За рубежом данная проблема

оптимизации инвестиционной стадии проекта именуется “*time-cost trade-off*” (ТСТО), т.е., «компромисс между временем и стоимостью».

Возможны два следующих основных принципиальных подхода при определении экономически целесообразной (оптимальной) продолжительности инвестиционной стадии реализации инвестиционных проектов создания и развития промышленными предприятиями и организациями объектов промышленного производства. Согласно первому подходу определяется минимальная возможная продолжительность, в пределах которой суммарная стоимость работ на инвестиционной стадии не выходит за рамки запланированного бюджета. Согласно второму, более распространенному на практике, определяется продолжительность, при которой обеспечивается минимальная суммарная стоимость работ.

Если для предприятия важнее экономия на стоимости работ, то каждая работа проекта берется по минимально возможной стоимости. Если же экономия не является основной целью, то выполнение каждой работы инвестиционной стадии можно ускорить, чтобы завершить ее за минимальный срок. Однако в рамках данной задачи необходимо рассматривать сложный комплекс параллельных, взаимосвязанных и совмещенных во времени работ, что значительно усложняет ее решение. Разработка модели оптимизации продолжительности инвестиционной стадии именно второго типа требуется чаще всего.

В отечественной и зарубежной практике для решения задачи об оптимизации продолжительности инвестиционной стадии проекта, обеспечивающей минимум суммарных затрат, чаще всего предлагаются разнообразные вариации метода критического пути (*critical path method, CPM*), разработанного американской химической компанией «Дюпон» во второй половине 1950-х гг. Первые оптимизационные задачи на сети в случае линейной зависимости стоимости работы от ее продолжительности были решены Дж. Келли [95] и Д. Фалкерсоном [76, с. 215–231]. Впоследствии стали появляться исследования, посвященные проблеме оптимизации в случае нелинейной

функции или дискретных точек [86, 87, 93, 96, 97]. В [98] в общем виде представлена дискретная оптимизационная модель минимизации стоимости проекта по методу критического пути [68, с. 53].

Однако во всех таких вариациях метода критического пути для нахождения оптимальной продолжительности инвестиционной стадии не учитывается один из ключевых факторов инвестиционного анализа – неравноценность денежных потоков во времени. Прямые затраты на выполнение работы складываются друг с другом непосредственно, хотя все эти работы выполняются в различные промежутки времени. Денежные потоки не равноценны во времени, их ценность со временем уменьшается. Поэтому прямые затраты на работы нельзя суммировать напрямую. На все денежные потоки инвестиционного проекта, в том числе и потоки затрат на инвестиционной стадии, распространяется принцип временной ценности денег (*time value of money*), поэтому при нахождении оптимальной продолжительности инвестиционной стадии необходимо учитывать не номинальные величины денежных потоков, а дисконтированные.

### **3.2.1. Методические основы и принципы оптимизации продолжительности инвестиционной стадии проекта с учетом фактора времени**

Перед тем, как перейти к рассмотрению предлагаемой модели определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства с учетом фактора времени, необходимо обозначить общие принципы оптимизации сроков по методу критического пути без учета фактора времени. В сетевом графике отражается последовательность  $n$  работ инвестиционной стадии проекта, в течение которой происходит, например, возведение или реконструкция какого-либо производственного объекта. С помощью этого сетевого графика по каждой работе  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) рассчитываются ее ранние и поздние начала и окончания, а также резервы времени по ней. Каждая работа имеет несколько вариантов ее осуществления  $k$  (от 1 до  $m_i$ ), каждому из

которых соответствует определенная продолжительность ( $d_{ik}$ ) и затраты ( $c_{ik}$ ). Эти варианты осуществления варьируются от дешевых (медленных) до быстрых (дорогих), и, таким образом, при необходимости имеется возможность ускорить выполнение работы. На основе этих вариантов осуществления продолжительность ( $D_i$ ) и переменные затраты ( $C_i$ ) каждой работы  $i$  могут быть выражены следующими формулами:

$$D_i = d_{i1}x_{i1} + d_{i2}x_{i2} + \dots + d_{im_i}x_{im_i} = \sum_{j=1}^{m_i} d_{ik}x_{ik}, \quad (3.12)$$

$$C_i = c_{i1}x_{i1} + c_{i2}x_{i2} + \dots + c_{im_i}x_{im_i} = \sum_{j=1}^{m_i} c_{ik}x_{ik}, \quad (3.13)$$

где  $x_{ik}$  – бинарная переменная (переменная, принимающее значение 0 или 1), показывающая, какой вариант из  $m_i$  выбран для работы  $i$ : если  $x_{ik} = 1$ , то для работы  $i$  выбран вариант  $k$ ; если  $x_{ik} = 0$ , то выбран какой-то другой из вариантов.

Чтобы иметь гарантии, что для выполнения каждой работы используется только один вариант ее осуществления, вводится следующее ограничение по каждой работе:

$$\sum_{k=1}^{m_i} x_{ik} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3.14)$$

Логическая связь между любыми двумя последовательными работами  $i$  и предшествующей ей работы  $p$  выражается математически следующим образом:

$$H_i \geq O_p, \quad (3.15)$$

где  $H_i$  – начало работы  $i$ ;

$O_p$  – окончание предшествующей ей работы  $p$ .

Окончание работы  $i$  равняется сумме ее начала и ее продолжительности.

Поэтому ограничение логической связи можно выразить следующей формулой:

$$O_i - O_p - \sum_{k=1}^{m_i} d_{ik}x_{ik} \geq 0, \quad p = 1, 2, \dots, NP_i, \quad (3.16)$$

где  $NP_i$  – количество работ, предшествующих работе  $i$ .

Формулой (3.16) заданы логические ограничения сетевого графика, в котором математически выражена логическая связь между любыми двумя

последовательными работами: работой  $i$  и ее непосредственным предшественником  $p$ .

Окончание инвестиционной стадии совпадает с наиболее поздним из окончаний последних работ. Если количество завершающих работ инвестиционной стадии обозначить как  $NE$ , ограничения завершения инвестиционной стадии задается следующей формулой:

$$O_k \leq \lambda, \quad k = 1, 2, \dots, NE, \quad (3.17)$$

где  $\lambda$  – продолжительность инвестиционной стадии.

Суммарная стоимость всех работ за определенную продолжительность инвестиционной стадии  $T_{\text{сф}}$  характеризует прямые затраты на работы  $Z_{\text{тпр}}$ , рассчитываемые по следующей формуле:

$$Z_{\text{тпр}} = \min \sum_{i=1}^n C_i = \min \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} c_{ik} x_{ik}. \quad (3.18)$$

Суммарные прямые затраты  $Z_{\text{тпр}}$  рассчитываются для каждой продолжительности инвестиционной стадии  $T_{\text{сф}}$ , при этом из всех полученных значений выбирается минимальное.

Условно-постоянные накладные расходы напрямую зависят от продолжительности инвестиционной стадии. Связь между условно-постоянными накладными расходами  $Z_{\text{туп}}$  и продолжительностью инвестиционной стадии можно выразить линейной функцией:

$$Z_{\text{туп}} = H\alpha \times \left( 1 - \frac{T_{\text{сф}}}{T_{\text{сн}}} \right), \quad (3.19)$$

где  $H$  – сумма накладных расходов;

$\alpha$  – доля условно-постоянной части накладных расходов, зависящих от продолжительности инвестиционной стадии;

$T_{\text{сф}}$  – фактическая продолжительность инвестиционной стадии;

$T_{\text{сн}}$  – установленная (нормативная) продолжительность инвестиционной стадии.

Суммарная стоимость  $Z_{\text{тсум}}$  за продолжительность  $T_{\text{сф}}$  складывается из прямых затрат, условно-постоянных накладных расходов и единовременных

начальных затрат:

$$Z_{T_{\text{сум}}} = Z_{T_{\text{пр}}} + Z_{T_{\text{уп}}} + Z_0. \quad (3.20)$$

где  $Z_0$  – начальные затраты на инвестиционную стадию, не связанные напрямую с отдельными работами.

Однако задача оптимизации продолжительности инвестиционной стадии не решается путем нахождения срока с минимальной суммой прямых и накладных затрат, так как инвестиционная стадия неразрывно связана с последующей – эксплуатационной (операционной) стадией с денежными потоками дохода. Следовательно, суммарные затраты, соответствующие периодам с различной продолжительностью, некорректно сравнивать друг с другом непосредственно. Зарубежные модели оптимизации срока строительства или реконструкции промышленных объектов на основе метода критического пути этот факт не учитывают.

Без учета фактора времени дополнительный эксплуатационный эффект  $\mathcal{E}_T$  от ускорения инвестиционной стадии проекта возможно рассчитать по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_T = P_{\text{ср}} \times (T_{\text{сф}} - T_{\text{сн}}) - \Delta C_{\text{б}} = P_{\text{ср}} \times (T_{\text{сф}} - T_{\text{сн}}) - (C_{\text{бф}} - C_{\text{бн}}), \quad (3.21)$$

где  $P_{\text{ср}}$  – прогнозируемая средняя прибыль за единицу времени (день, неделю или месяц);

$T_{\text{сф}}$  – фактическая продолжительность инвестиционной стадии;

$T_{\text{сн}}$  – установленная (нормативная) продолжительность инвестиционной стадии;

$\Delta C_{\text{б}}$  – изменение балансовой стоимости проектируемого объекта;

$C_{\text{бф}}$  – балансовая стоимость при рассматриваемой продолжительности инвестиционной стадии  $T_{\text{сф}}$ ;

$C_{\text{бн}}$  – балансовая стоимость при установленной (нормативной) продолжительности инвестиционной стадии  $T_{\text{сн}}$ .

Таким образом, цель оптимизации продолжительности инвестиционной стадии сводится к минимизации суммарных затрат на работы инвестиционной

стадии, скорректированных на величину дополнительного эксплуатационного эффекта от ускорения инвестиционной стадии, т.е. нахождение такой продолжительности инвестиционной стадии  $T_{сф}$ , которой соответствует минимальное значение разности  $Z_{T_{сум}} - \mathcal{E}_T$ , с учетом логических ограничений математической модели (формулы 3.14, 3.16 и 3.17).

Приведенная выше оптимизационная модель определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии по принципу минимизации затрат не учитывает неравноценность денежных потоков затрат во времени и использует номинальные величины денежных потоков, а не дисконтированные. Модификация метода критического пути с учетом концепции временной ценности денег (*time value of money*) была рассмотрена М. Аммаром в работе [85], однако предложенная им модель включала в себя упрощенную линейную, а не экспоненциальную форму дисконтирования. Следует также отметить, что коэффициент дисконтирования как показатель учета фактора времени присутствовал в более ранних отечественных оптимизационных моделях [1, 4], но в них не были учтены некоторые важные для промышленных проектов положения.

Целевую установку модели оптимизации инвестиционной стадии с учетом фактора времени можно свести к максимизации чистого дисконтированного дохода проекта на начальном отрезке проекта, равном по продолжительности установленному (наибольшему) сроку строительства или реконструкции. В пределах инвестиционной стадии эта цель тождественна минимизации суммарных дисконтированных затрат, скорректированных на величину дисконтированного дополнительного эффекта от ускорения строительства (реконструкции).

Формула суммарных прямых затрат строительства или реконструкции (3.18) с учетом фактора времени принимает следующий вид:

$$Z_{T_{пр}} = \min \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (1+r)^{0,5d_i - O_{mi}} c_{ik} x_{ik}, \quad (3.22)$$

где  $r$  – ставка дисконтирования необходимой размерности: дневная,

недельная, месячная или годовая;

$O_{ni}$  – позднее окончание работы  $i$ .

Здесь, чтобы избежать чрезмерного усложнения формулы, стоимость работ приводится к среднему моменту ее выполнения через показатель степени, без использования коэффициента распределения.

Прямые затраты на каждую работу приводятся к общему моменту времени – обычно это начало инвестиционной стадии. Предполагается, что затраты на работы осуществляются равномерно на протяжении их выполнения. Конечно, такое предположение не совсем верно, однако в рамках решения данной задачи оно вполне допустимо. С точки зрения принципа временной ценности целесообразно дисконтировать потоки затрат на момент середины их поздних сроков (позднего начала и позднего окончания), т.к. в этом случае их величина будет наименьшей. Суммарные прямые затраты  $Z_{Tпр}$  рассчитываются для каждого периода  $T_{сф}$  с учетом все тех же логических ограничений (формулы 3.14, 3.16 и 3.17).

Формула дисконтированных условно-постоянных затрат  $Z_{Tуп}$  выглядит следующим образом:

$$Z_{Tуп} = \frac{H\alpha}{T_{сн}} \times \gamma \left( \frac{1 - (1+r)^{-T_{сф}}}{r} \right). \quad (3.23)$$

Далее суммарные затраты, рассчитанные по формуле (3.20), корректируются на величину дисконтированного дополнительного эксплуатационного эффекта от ускорения запуска производства  $\mathcal{E}_T$ , который полностью тождественен ранее упомянутой величине изменения приведенного значения доходов на эксплуатационной стадии  $\Delta P_{(PV)}$ , рассчитываемой по формуле (2.16).

Таким образом, целевая функция и логические ограничения разработанной оптимизационной модели выглядят следующим образом:

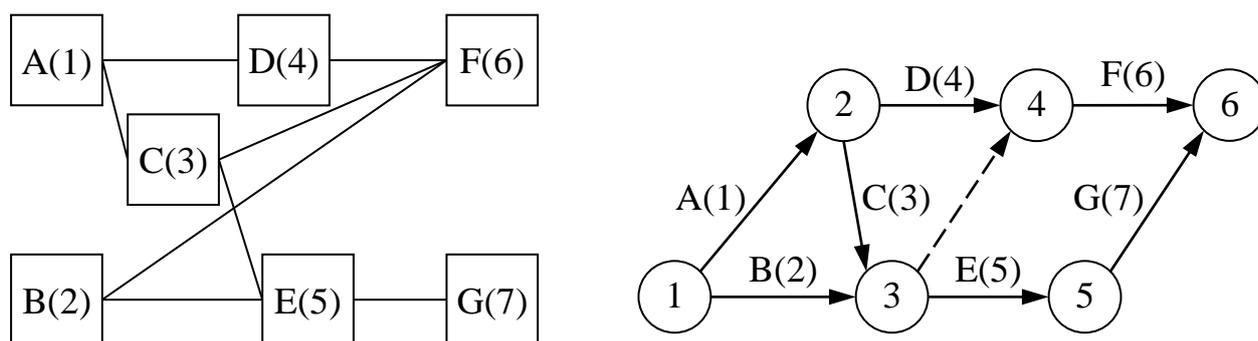
$$Z = \min \left( \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (1+r)^{0,5d_i - O_{ni}} c_{ik} x_{ik} + 3_{\text{Туп}} + 3_0 - \mathcal{E}_T \right) \quad (3.24)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ik} = 1 \vee 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, m_i \\ \sum_{k=1}^{m_i} x_{ik} = 1, \\ O_i - O_p - \sum_{k=1}^{m_i} d_{ik} x_{ik} \geq 0, \quad p = 1, 2, \dots, NP_i, \\ H_i \geq O_p, \\ O_j \leq \lambda, \quad j = 1, 2, \dots, NE, \end{array} \right.$$

### 3.2.2. Пример применения модели оптимизации продолжительности инвестиционной стадии проекта с учетом фактора времени

Предлагаемую модель оптимизации рассмотрим на примере, используя исходные данные из одной зарубежной статьи [98]. Исходные данные примечательны тем, что в них представлены варианты осуществления работ, заданные различными функциональными уравнениями и их сочетаниями.

Инвестиционная стадия проекта состоит из 7 работ, взаимозависимости которых заданы сетевым графиком, показанным на рисунке 3.2. Данные о продолжительности (в неделях) и стоимости (в д.е.) каждой работы приведены в таблице 3.3. Графическое отображение функциональных уравнений, связывающих продолжительность и затраты по каждой работе приведено в Приложении А.



а) график типа «вершины – работы»

б) график типа «вершины – события»

Рисунок 3.2 – Сетевой график инвестиционной стадии проекта в примерной задаче с исходными данными из [98, с. 308]

Таблица 3.3 – Продолжительность работ инвестиционной стадии и объем затрат ([98, с. 309])

Работа	Группа вариантов	Диапазон прод-ти, нед.		Объем переменных затрат на работу, д.е.		«Цена» ускорения, д.е. / нед.	Кол-во вариантов
		макс.	мин.	мин.	макс.		
A(1)	1	28	22	100	130	5,0	7
	2	22 – ε*	18	140	210	17,5	4
	3	18 – ε	16	240	250	5,0	3
B(2)	1	20	14	50	80	5,0	7
	2	10	8	120	300	90,0	3
C(3)	1	15		75		—	1
	2	8		240		—	1
	3	4		500		—	1
D(4)	1	18	12	70	220	25,0	7
	2	5		360		—	1
E(5)	1	26	18	40	80	5,0	9
	2	18 – ε	14	200	240	10,0	4
	3	14 – ε	6	240	260	2,5	8
F(6)	1	25	15	120	300	18,0	11
G(7)	1	7		0		—	1
Итого	—	76	36	455	1970	—	68

\* ε – бесконечно малая

В изложенном примере задействованы два различных типа функций времени-затрат: непрерывный и прерывистый. Непрерывный диапазон продолжительности работы не содержит разрывов (он задан линейной и ломано-линейной функцией). Прерывистый диапазон может содержать некоторые непрерывные фрагменты, но в целом не является непрерывным (он задан линейной функцией с разрывами внутри или отдельными точками). «Цена» одной недели ускорения работы представляет собой дополнительные затраты, связанные с ускорением одной работы на одну неделю от ее обычной продолжительности. В данном примере рассматриваются целочисленные продолжительности (т.е., кратные одной неделе). Соответствующее количество вариантов осуществления (точек) каждой работы также приведено в таблице 3.3.

Максимальная общая продолжительность инвестиционной стадии составляет 76 недель, минимальная – 36 недель. Предполагается, что постоянные затраты проекта составляют 6 д.е. в неделю. Начальные затраты отсутствуют. Еженедельный дополнительный эксплуатационный эффект от ускорения инвестиционной стадии составляет 25 д.е.

Таким образом, для примера сформулирована полная нелинейная математическая модель. Входными данными являются отношения зависимостей (предшественники), данные о продолжительности и затратах работ и ставка дисконтирования. Нелинейная модель проекта состоит из 77 переменных, а число ограничений равно 19. Эту задачу возможно решить достаточно быстро при помощи современных компьютерных программ.

Однако в случае наличия в качестве исходных данных небольшого количества работ и способов их осуществления данную задачу возможно решить и «вручную», что было показано в одной из старых работ [40]. Расчет следует начать со способов осуществления работ с максимальной длительностью и минимальной стоимостью и поэтапно сокращать общий срок реализации проекта на 1 единицу времени ценой минимальных дополнительных затрат, меняя комбинации способов осуществления работ. При некоторых исходных данных оптимальную продолжительность инвестиционной стадии возможно рассчитать

«вручную» даже с учетом дисконтирования. Так, в рассмотренной выше задаче стоимости сокращения на одну неделю у некоторых работ совпадают, либо принимают далекие друг от друга значения. Это приводит к тому, что оптимальный набор способов осуществления работ для каждой продолжительности инвестиционной стадии  $T_{cf}$  с учетом дисконтирования и без дисконтирования остается неизменным. Тем не менее, при нахождении оптимального набора способов осуществления работ необходимо основываться на принципе временной ценности денег, делая выбор в пользу наименьшей дисконтированной стоимости сокращения продолжительности. Это значит, что при одинаковой стоимости сокращения у нескольких работ, необходимо выбирать более позднюю.

Набор вариантов работ с максимальной продолжительностью (и минимальными затратами) соответствует 76 неделям. Снижаем продолжительность до 75 недель. С наименьшими затратами это можно сделать за счет работ 1 и 5 (обе лежат на критическом пути, «цена» ускорения для обеих минимальна – 5 д.е./нед.), однако, с учетом дисконтирования выгоднее второе, т.к. дисконтированные дополнительные затраты меньше. За счет работы 5 ускорим до 71 недели, далее 5 работа перестает лежать на критическом пути. Ускорим до 65 недель за счет сокращения продолжительности работы 1 с 28 до 22 недель. Так как имеются два критических пути, а снижение 1-й работы до 21 недели «стоит» 27,5 д.е./нед., то для 64 недель снижаем продолжительность двух работ – 5 и 6, что «стоит» меньше – всего  $5 + 18 = 23$  д.е./нед. Для 63 недель выгоднее всего сократить продолжительность работы 1 сразу на 2 недели, одновременно увеличив продолжительность работ 5 и 6 на 1 неделю, что обеспечит минимальные дополнительные затраты ( $45 - 5 - 18 = 22$ ). Для 62 и 61 недель ускорим за счет сокращения продолжительности работы 1, а для 60 недель – за счет работ 5 и 6. И так далее.

Математическая модель примера решается для двух случаев: в первом игнорируется временная ценность денег (т.е., годовая ставка дисконтирования  $r$  равна нулю), во втором принимается ставка дисконтирования, равная 0,1 (10%).

Оптимальные решения для примерного проекта приведены в таблице 3.4 для диапазона продолжительности инвестиционной проекта 36–76 недель. На рисунках 3.3–3.7 графически изображены переменные затраты проекта для недисконтированного и дисконтированного случаев (рисунок 3.3), суммарные затраты для недисконтированного и дисконтированного случаев без учета выигрыша от ускорения инвестиционной стадии (рисунок 3.4) и с учетом его (рисунок 3.5), а также графики выполнения работ (диаграммы Гантта), соответствующие оптимальной длительности проекта для этих двух случаев (рисунки 3.6 и 3.7).

Оптимальная продолжительность проекта, соответствующая минимальным суммарным затратам, без учета временной ценности денег ( $r = 0\%$ ) и выигрыша от ускорения инвестиционной стадии, составляет 65 недель, с учетом выигрыша от ускорения инвестиционной стадии – 61 неделю. Величина выигрыша рассчитывалась по простой, недисконтированной, формуле эффекта от сокращения за вычетом эффекта от перераспределения амортизации. С учетом фактора времени (при ставке дисконтирования  $r = 10\%$ ) оптимальная продолжительность инвестиционной стадии составляет 71 неделю без учета выигрыша и 65 недель – с учетом его. Затраты на работы были продисконтированы по их поздним окончаниям.

В данном примере экономический эффект от использования модели с учетом выигрыша от досрочного ввода в эксплуатацию производственных мощностей составляет 30,15% от суммарных затрат, соответствующих плановому сроку инвестиционной стадии (76 недель), без учета временной ценности денег ( $r = 0\%$ ) и 26,35% от суммарных затрат, соответствующих плановому сроку инвестиционной стадии (76 недель), с учетом фактора времени (при ставке дисконтирования  $r = 10\%$ ).

Таблица 3.4 – Пример решения оптимизационной задачи (разработано автором)

Общая прод-ть, нед.	Оптимальная продолжительность работ и соотв. пер. затраты														Затраты при $\gamma = 0\%$				Затраты при $\gamma = 10\%$ ( $\gamma_n = 0,183\%$ )			
	1		2		3		4		5		6		7		Зпер	Зпост	Зсумм	Зсумм	Зпер	Зпост	Зсумм	Зсумм
	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер								
76	28	100	20	50	15	75	18	70	26	40	25	120	7	0	455,00	456,00	911,00	911,00	422,53	425,66	848,19	848,19
75	28	100	20	50	15	75	18	70	25	45	25	120	7	0	460,00	450,00	910,00	885,15	427,40	420,44	847,84	826,20
74	28	100	20	50	15	75	18	70	24	50	25	120	7	0	465,00	444,00	909,00	859,59	432,27	415,21	847,48	804,42
73	28	100	20	50	15	75	18	70	23	55	25	120	7	0	470,00	438,00	908,00	834,35	437,15	409,96	847,11	782,87
72	28	100	20	50	15	75	18	70	22	60	25	120	7	0	475,00	432,00	907,00	809,44	442,05	404,71	846,76	761,57
71	28	100	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	480,00	426,00	906,00	784,87	446,95	399,45	<b>846,40</b>	740,53
70	27	105	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	485,00	420,00	905,00	760,65	452,55	394,17	846,72	720,45
69	26	110	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	490,00	414,00	904,00	736,80	458,17	388,89	847,06	700,67
68	25	115	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	495,00	408,00	903,00	713,34	463,80	383,60	847,40	681,19
67	24	120	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	500,00	402,00	902,00	690,28	469,44	378,30	847,74	662,02
66	23	125	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	505,00	396,00	901,00	667,65	475,09	372,99	848,08	643,19
65	22	130	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	510,00	390,00	<b>900,00</b>	645,45	480,75	367,66	848,41	<b>624,72</b>
64	22	130	20	50	15	75	18	70	20	70	24	138	7	0	533,00	384,00	917,00	645,10	501,85	362,33	864,18	625,01
63	20	175	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	555,00	378,00	933,00	644,69	526,46	356,99	883,45	629,62
62	19	192,5	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	572,50	372,00	944,50	639,96	544,47	351,64	896,11	627,74
61	18	210	20	50	15	75	18	70	21	65	25	120	7	0	590,00	366,00	956,00	<b>636,28</b>	562,51	346,28	908,79	626,79

Общая прод-ть, нед.	Оптимальная продолжительность работ и соотв. пер. затраты														Затраты при $\gamma = 0\%$				Затраты при $\gamma = 10\%$ ( $\gamma_n = 0,183\%$ )			
	1		2		3		4		5		6		7		Зпер	Зпост	Зсумм	Зсумм	Зпер	Зпост	Зсумм	Зсумм
	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер								
60	18	210	20	50	15	75	18	70	20	70	24	138	7	0	613,00	360,00	973,00	640,68	583,77	340,91	924,68	631,29
59	18	210	20	50	15	75	18	70	19	75	23	156	7	0	636,00	354,00	990,00	646,48	605,07	335,53	940,60	637,04
58	18	210	20	50	15	75	18	70	18	80	22	174	7	0	659,00	348,00	1007,00	653,75	626,41	330,14	956,55	644,11
57	17	245	20	50	15	75	18	70	18	80	22	174	7	0	694,00	342,00	1036,00	678,58	661,82	324,74	986,56	670,14
56	16	250	20	50	15	75	18	70	18	80	22	174	7	0	699,00	336,00	1035,00	664,91	667,75	319,33	987,08	659,14
55	16	250	20	50	15	75	18	70	17	210	21	192	7	0	847,00	330,00	1177,00	849,68	805,47	313,91	1119,38	829,07
54	16	250	20	50	15	75	18	70	16	220	20	210	7	0	875,00	324,00	1199,00	873,77	831,73	308,48	1140,21	851,49
53	16	250	20	50	15	75	18	70	15	230	19	228	7	0	903,00	318,00	1221,00	900,17	858,03	303,04	1161,07	875,99
52	16	250	20	50	15	75	18	70	14	240	18	246	7	0	931,00	312,00	1243,00	929,01	884,38	297,59	1181,97	902,71
51	16	250	20	50	15	75	18	70	13	242,5	17	264	7	0	951,50	306,00	1257,50	949,25	903,78	292,13	1195,91	921,51
50	16	250	20	50	15	75	18	70	12	245	16	282	7	0	972,00	300,00	1272,00	971,78	923,22	286,66	1209,88	942,38
49	16	250	20	50	15	75	18	70	11	247,5	15	300	7	0	992,50	294,00	1286,50	996,74	942,69	281,18	1223,87	965,45
48	16	250	20	50	8	240	17	95	17	210	15	300	7	0	1145,00	288,00	1433,00	1233,29	1093,68	275,69	1369,37	1191,09
47	16	250	20	50	8	240	16	120	16	220	15	300	7	0	1180,00	282,00	1462,00	1291,47	1127,81	270,19	1398,00	1245,63
46	16	250	20	50	8	240	15	145	15	230	15	300	7	0	1215,00	276,00	1491,00	1353,79	1162,00	264,69	1426,69	1303,97
45	16	250	20	50	8	240	14	170	14	240	15	300	7	0	1250,00	270,00	1520,00	1420,52	1196,25	259,17	1455,42	1366,36

Общая прод-ть, нед.	Оптимальная продолжительность работ и соотв. пер. затраты														Затраты при $r = 0\%$				Затраты при $r = 10\%$ ( $r_n = 0,183\%$ )			
	1		2		3		4		5		6		7		Зпер	Зпост	Зсумм	Зсумм	Зпер	Зпост	Зсумм	Зсумм
	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер	П	Зпер								
44	16	250	20	50	8	240	13	195	13	242,5	15	300	7	0	1277,50	264,00	1541,50	1479,01	1223,48	253,64	1477,12	1421,13
43	16	250	20	50	8	240	12	220	12	245	15	300	7	0	1305,00	258,00	1563,00	1541,95	1250,75	248,09	1498,84	1479,96
42	16	250	20	50	8	240	5	360	11	247,5	18	246	7	0	1393,50	252,00	1645,50	1720,02	1338,58	242,54	1581,12	1648,02
41	16	250	20	50	8	240	5	360	10	250	17	264	7	0	1414,00	246,00	1660,00	1782,53	1358,34	236,98	1595,32	1705,42
40	16	250	20	50	8	240	5	360	9	252,5	16	282	7	0	1434,50	240,00	1674,50	1850,02	1378,13	231,41	1609,54	1767,39
39	16	250	20	50	8	240	5	360	8	255	15	300	7	0	1455,00	234,00	1689,00	1922,87	1397,96	225,83	1623,79	1834,31
38	16	250	20	50	4	500	5	360	11	247,5	17	264	7	0	1671,50	228,00	1899,50	2393,50	1613,53	220,24	1833,77	2278,86
37	16	250	20	50	4	500	5	360	10	250	16	282	7	0	1692,00	222,00	1914,00	2488,97	1633,43	214,64	1848,07	2366,59
36	16	250	20	50	4	500	5	360	9	252,5	15	300	7	0	1712,50	216,00	1928,50	2591,80	1653,37	209,03	1862,40	2461,13

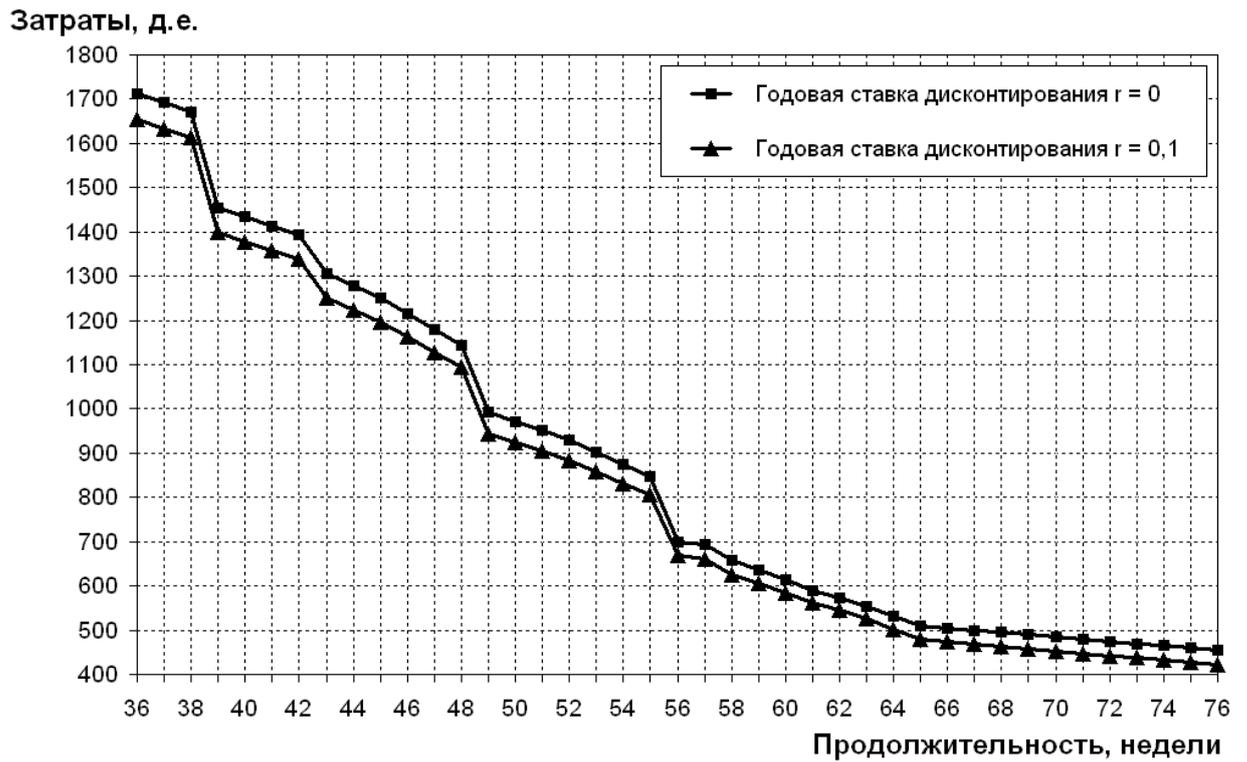


Рисунок 3.3 – Переменные затраты

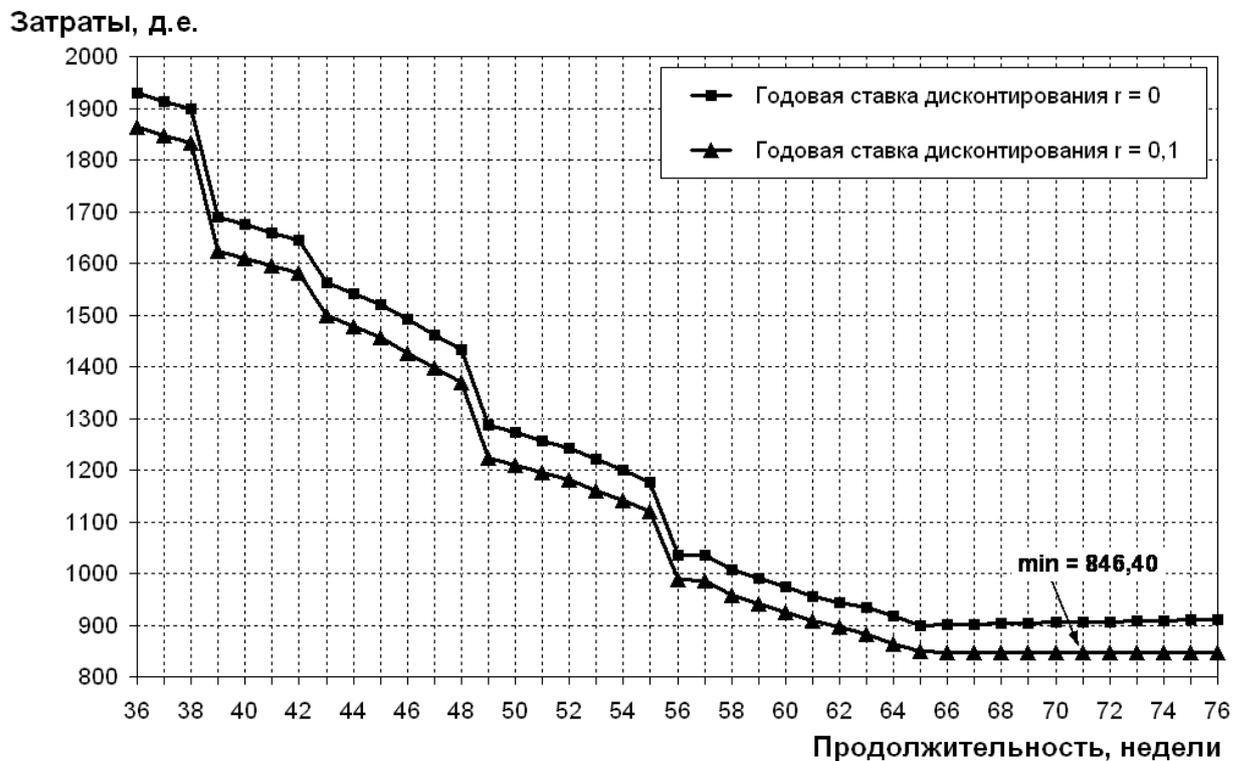


Рисунок 3.4 – Суммарные затраты без учета эффекта от ускорения инвестиционной стадии (пост. затр. = 6 д.е./нед.)

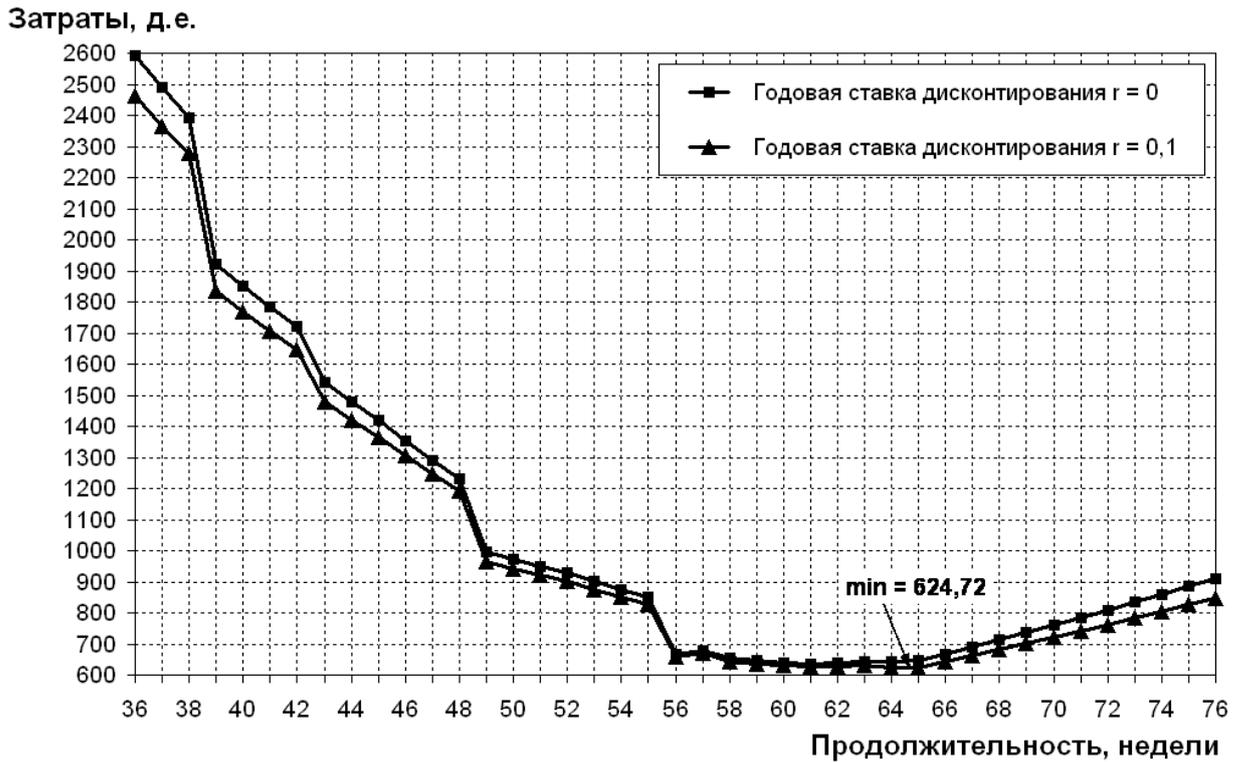


Рисунок 3.5 – Суммарные затраты с учетом эффекта от ускорения инвестиционной стадии (пост. затр. = 6 д.е./нед., эксплуатационный эффект = 25 д.е./нед.)

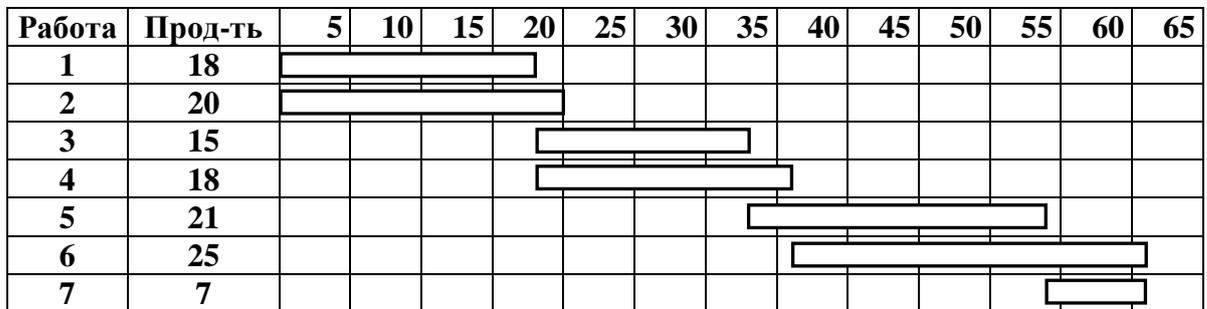


Рисунок 3.6 – Диаграмма Гантта по оптимальному варианту выполнения работ без учета фактора времени ( $r = 0$ )

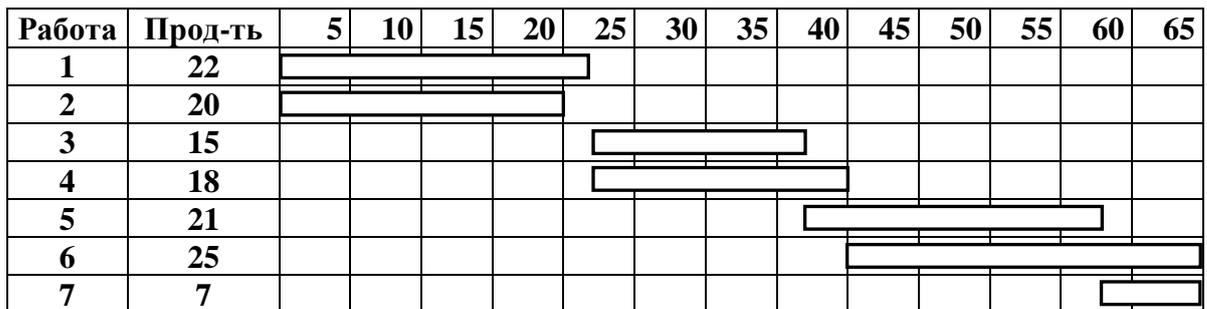


Рисунок 3.7 – Диаграмма Гантта по оптимальному варианту выполнения работ с учетом фактора времени ( $r = 0,1$ )

Согласно принципиальным положениям теории процента и концепции временной ценности денег, наиболее точным и правильным вариантом оптимальной продолжительности инвестиционной стадии проекта при заданных параметрах будет 65 недель. Как и ожидалось, дисконтирование оказывает значительное влияние на переменные затраты проекта.

Следует также учесть, что в задаче используются упрощенные дискретные функции времени-затрат с единичным шагом. Количество работ инвестиционной стадии и итоговое число вариантов осуществления работ также достаточно невелико. На практике исходные данные для моделирования, скорее всего, окажутся более сложными. Однако и более сложную задачу можно решить с использованием современных компьютерных программ, при этом самое важное – корректно установить в программу рассмотренные выше формулы и ограничения.

Приведенные в диссертации результаты практических расчетов по предложенной модели показывают, что значения величины продолжительности инвестиционной стадии, определяемые на основе одних и тех же исходных данных, но с помощью разных моделей – предложенной в диссертации модели и классического метода критического пути без учета концепции временной ценности денег – различаются.

Разработанная в ходе диссертационного исследования оптимизационная модель определения экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализуемых промышленными предприятиями и организациями проектов создания и развития объектов промышленного производства допускает добавление в расчетные формулы дополнительных переменных, отражающих влияние на экономическую эффективность проектов таких факторов, как инфляция, риски, качество выполнения работ и др., а также перевод дискретного времени в непрерывное время.

По оценке специалистов Ассоциации организаций оборонно-промышленного комплекса производителей медицинских изделий и оборудования (АПМИ ОПК), среднее значение величины экономического эффекта от использования предложенной оптимизационной модели с учетом

дополнительного эффекта от досрочного ввода в эксплуатацию производственных мощностей за период 2019-2024 гг. составляет 10,6% от суммарных затрат, соответствующих плановым срокам инвестиционной стадии проектов, реализуемых предприятиями и организациями, взаимодействующими с Ассоциацией.

### Выводы по главе 3

В данной третьей главе сформирован специальный инструмент определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены ведущих основных средств на создаваемых и развиваемых объектах промышленного производства, основанный на расчете минимума удельных среднегодовых приведенных затрат и отличающийся учетом разновременности денежных потоков, экономического устаревания основных средств, наличия остаточной стоимости при их замене.

Данный инструмент может использоваться как при создании промышленными предприятиями и организациями новых производственных мощностей, так и при техническом перевооружении действующих, позволяет достаточно быстро и точно определить экономически целесообразный срок эксплуатации основных средств на эксплуатационной стадии проекта создания или развития объектов промышленного производства при формировании исходной информации для анализа экономической эффективности проекта, что способствует снижению суммарных затрат на эксплуатацию основных средств.

Также в третьей главе разработана оптимизационная модель определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализации проектов создания и развития объектов промышленного производства, основанная на использовании метода критического пути, в котором, в отличие от классического, встроены функции: оперирования не номинальными, а дисконтированными величинами денежных потоков; учета эксплуатационного эффекта при ускорении работ инвестиционной стадии; перерасчета величины амортизационных отчислений в связи с изменением первоначальной балансовой стоимости объекта. Предлагаемая модель может быть применена для любых проектов, связанных со строительством, реконструкцией, техническим перевооружением или модернизацией объектов промышленного производства, с разработанным сетевым графиком и позволяет обеспечить снижение величин суммарных затрат по проектам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проанализированы основные критерии принятия отечественными промышленными предприятиями и организациями решений о реализации проектов создания и развития своего производственного капитала. Среди них важную роль играют сроки реализации и окупаемости проектов, а также период эксплуатации основных средств.

2. Проведен анализ известных форм проявления фактора времени и дана оценка соответствующим им инструментам учета фактора времени при определении экономической эффективности вложений в развитие производственного капитала в промышленности.

3. На основе разработанных критериев типологии определены основные формы проявления фактора времени проектов создания и развития объектов промышленного производства, непосредственно влияющие на экономическую эффективность вложений и подлежащие учету, необходимому и целесообразному в рамках всего жизненного цикла этих проектов: разновременность затрат, результатов и эффектов; «замораживание» капитальных вложений, наличие инвестиционных и операционных лагов; физическое изнашивание и экономическое устаревание основных средств; продолжительность периода эксплуатации основных средств и всего расчетного периода проекта; изменения величин затрат, результатов и эффектов вследствие изменения налоговых, таможенных и кредитных ставок платежей во времени, динамики цен на ресурсы и продукцию производства.

4. Даны предложения по развитию инструментов учета фактора времени при оценке экономической эффективности инвестиционных вложений в проекты по строительству, реконструкции и техническому перевооружению объектов промышленного производства. В частности, для более полного учета фактора времени предлагается развитие инструментов определения величины потерь от «замораживания» капитальных вложений в соответствии с двойственностью его проявления в рамках концепции временной ценности денег, инструментов оценки

влияния физического изнашивания и экономического устаревания создаваемых (модернизируемых) основных средств на их стоимость и стоимость реализуемой продукции, а также инструментов расчета величины снижения или увеличения показателей экономической эффективности вложений вследствие изменения налоговых, таможенных, кредитных ставок платежей, цен на потребляемые ресурсы и подлежащую производству продукцию.

5. Разработан инструмент определения величины экономически целесообразного срока эксплуатации и замены ведущих основных средств, планируемых к использованию на создаваемом или развиваемом объекте промышленного производства, соответствующей минимальному значению удельных среднегодовых приведенных затрат в условиях разновременности денежных потоков, экономического устаревания основных средств и наличия остаточной стоимости при их замене, что позволяет снижать суммарные затраты на эксплуатацию основных средств.

6. Разработана оптимизационная модель определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии реализуемых проектов создания и развития объектов промышленного производства, основанная на расчете показателя минимальных суммарных затрат на производимые работы с учетом разновременности денежных потоков результатов и затрат, получения дополнительного эксплуатационного эффекта (дохода) от интенсификации инвестиционной стадии, а также изменения балансовой стоимости и ежегодных амортизационных отчислений в ходе эксплуатации возводимого или модернизируемого (реконструируемого) объекта промышленного производства и его оборудования, благодаря чему возможно снижение величин суммарных затрат по реализуемым проектам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, А.М. Сетевые модели в перспективном планировании развития производства / А.М. Алексеев, Л.А. Козлов, В.Н. Крючков. – Новосибирск: Наука, 1974. – 109 с.
2. Алексеев, Н.А. К вопросу определения лага строительства и освоения мелиоративных систем / Н.А. Алексеев // Гидротехника и мелиорация. – 1974. – № 2. – С. 87–89.
3. Алексеев, П.В. Философия : учебник / П.В. Алексеев, А.В. Панин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Проспект, 2016. – 592 с.
4. Алтаев, В.Я. Сетевые методы планирования капитальных вложений / В.Я. Алтаев, Л.А. Когутовская. – М.: Наука, 1976. – 144 с.
5. Амерханов, Д.А. Учет лага капитальных вложений и его оценка в расчетах экономической эффективности инвестиционных проектов : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Амерханов Денис Александрович. – М., 2006. – 121 с.
6. Бартунаев, Л.Р. Экономическая форма времени как полимодального феномена природы: понятие и свойства / Л.Р. Бартунаев, С.Э. Желаева // Вестник Бурятского государственного университета. – 2013. – № 2. – С. 39–45.
7. Бем-Баверк, О.ф. Избранные труды о ценности, проценте и капитале / О.ф. Бем-Баверк ; пер. с нем., англ., лат. – М.: Эксмо, 2009. – 912 с.
8. Беренс, В. Руководство по оценке эффективности инвестиций / В. Беренс, П.М. Хавранек. – Пер. с англ., перераб. и доп. – М.: АОЗТ Интерэксперт : ИНФРА-М, 1995. – 528 с.
9. Богатин, Ю.В. Качество техники и экономика / Ю.В. Богатин, Л.Б. Сульповар, М.Е. Ломазов. – М.: Экономика, 1973. – 295 с.
10. Вааг, Л.А. Методы экономической оценки в энергетике / Л.А. Вааг, С.Н. Захаров. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – 272 с.
11. Вайсблат, Б.И. Дисконтирование при оценке инвестиций / Б.И. Вайсблат, С.О. Мишарин // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. – № 4. – С. 15–16.

12. Виленский, П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика : учеб. пособие / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Поли Принт Сервис, 2015. – 1300 с.
13. Вишнев, С.М. Об эшелонировании капитальных вложений во времени / С.М. Вишнев // Планирование и экономико-математические методы : сб. науч. конф. – М.: Наука, 1964. – С. 362–376.
14. Горлашкина, Г. Лаг капитальных вложений в строительную индустрию / Г. Горлашкина // Экономика строительства. – 1971. – № 10. – С. 47–50.
15. Гроссман, Г. Ограниченность капитала и советская доктрина / Г. Гроссман ; пер. с англ. // Экономика и математические методы. – 1992. – Т. 28. – № 5-6. – С. 650–673.
16. Дасковский, В.Б. Новый подход к экономическому обоснованию инвестиций / В.Б. Дасковский, В.Б. Киселев. – М.: Канон+ РООИ «Реабилитация», 2015. – 400 с.
17. Дасковский, В.Б. Планирование экономической эффективности капитальных вложений / В.Б. Дасковский. – М.: Наука, 1980. – 189 с.
18. Ильин, А.И. Об амортизации и стоимости активов / А.И. Ильин // Экономика и математические методы. – 2009. – Т. 45. – № 2. – С. 74–84.
19. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве (СН 423-71). – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1979. – 41 с.
20. Кваша, Я.Б. Время производства и исчисление стоимостного строения производства / Я.Б. Кваша // Вопросы экономики. – 1976. – № 1. – С. 71–83.
21. Кваша, Я. Проблема лага в динамической экономике / Я. Кваша, В. Красовский // Вопросы экономики. – 1970 – № 12. – С. 70–79.
22. Козьменко, С.Н. Амортизация и оптимальные сроки службы техники / С.Н. Козьменко, Т.А. Васильева, С.П. Ярошенко [и др.]. – Сумы: Деловые перспективы, 2005. – 232 с.
23. Колегаев, Р.Н. Экономическая оценка качества и оптимизация системы ремонта машин / Р.Н. Колегаев. – М.: Машиностроение, 1980. – 239 с.

24. Комплексная оценка эффективности мероприятий направленных на ускорение научно-технического прогресса : методические рекомендации и комментарий по их применению. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Информэлектро, 1989. – 118 с.

25. Консон, А.С. Экономика ремонта машин / А.С. Консон. – Л.: Машиностроение, 1970. – 216 с.

26. Краткие методические указания по определению величины лага капитальных вложений в отраслях промышленности и народного хозяйства // Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники, вып. 18. – М.: Наука, 1971. – С. 128–131.

27. Лиокумович, Д.А. Оценки инвестиционного лага: анализ, методы, результаты / Д.А. Лиокумович, Е.А. Рутковская // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2010. – Т. 8. – С. 135–148.

28. Ложкин, О.Б. Смена парадигмы в анализе инвестиционных денежных потоков: признаки, причины, последствия / О.Б. Ложкин // Финансовый бизнес. – 2014. – № 5 (172). – С. 54–62.

29. Маркина, А.А. Развитие методов оценки эффективности инвестирования в обновление основных средств : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Маркина Анастасия Александровна. – Москва, 2008. – 126 с.

30. Маркс, К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. – Изд. 2-е., т. 46, ч. 1 – М.: Политиздат, 1968. – 560 с.

31. Маршалл, А. Основы экономической науки / А. Маршалл ; пер. с англ. – М.: Эксмо, 2007. – 832 с.

32. Меркин, Р.М. Оценка «лага» капитальных вложений / Р.М. Меркин // Плановое хозяйство. – 1968. – № 3. – С. 77–83.

33. Методика определения и сравнения экономической эффективности капитальных вложений странами – членами СЭВ. – Варшава: Изд-во Постоянной комиссии по экономическим вопросам СЭВ, 1967. – 121 с.

34. Методика определения экономической эффективности внедрения новой техники, механизации и автоматизации производственных процессов в

промышленности. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 45 с.

35. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: Экономика, 1977. – 45 с.

36. Методика определения эффективности капитальных вложений / отв. ред. Т.С. Хачатуров. – 4-е изд. – М.: Наука, 1990. – 22 с.

37. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования : официальное издание / рук. авт. кол. А.Г. Шахназаров. – М.: Информэлектро, 1994. – 80 с.

38. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция) : официальное издание / рук. авт. кол. В.В. Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.

39. Народнохозяйственная эффективность: показатели, методы оценки / под ред. А.С. Астахова ; редкол. сер.: Е.М. Сергеев и др. – М.: Экономика, 1984. – 248 с.

40. О’Брайен, Дж. Применение метода критического пути в строительстве / Дж. О’Брайен ; пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1971. – 168 с.

41. Основные методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ. – М.: Экономика, 1964. – 32 с.

42. Панкратов, О.Е. Совершенствование системы и методов начисления и использования амортизационных средств на воспроизводство основных фондов / О.Е. Панкратов, Е.П. Панкратов // Экономика строительства. – 2002. – № 4. – С. 2–16.

43. Петухов, Р.М. Методика экономической оценки износа и сроков службы машин / Р.М. Петухов. – М.: Экономика, 1965. – 167 с.

44. Почему промышленные предприятия не инвестируют: результаты опроса. Аналитическая записка [Электронный ресурс] / Н. Карлова, Е. Пузанова, И. Богачева // Банк России. – Режим доступа: [https://cbr.ru/Content/Document/File/105730/analytic\\_note\\_20200127\\_dir.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/105730/analytic_note_20200127_dir.pdf) (дата обращения: 19.01.2024).

45. Промышленное производство в России. 2021 : Стат.сб. / Росстат. – М.,

2021. – 305 с.

46. Ржига, Л. Экономическая эффективность научно-технического прогресса / Л. Ржига ; пер. с чеш. – М. : Экономика, 1969. – 310 с.

47. Сачко, Н.С. Фактор времени в советской экономике / Н.С. Сачко. – М.: Мысль, 1976. – 205 с.

48. Сачко, Н.С. Экономика замены машин и оборудования / Н.С. Сачко, И.М. Бабук. – М.: Машиностроение, 1974. – 207 с.

49. Седелев, Б.В. Оценка распределенных лагов в экономических процессах / Б.В. Седелев. – М.: Экономика, 1977. – 191 с.

50. Серов, В.М. Графико-аналитическая модель мониторинга финансов при реализации инвестиционно-строительных проектов / В.М. Серов, Н.А. Моисеенко // Вестник университета. – 2017. – № 10. – С. 102-106.

51. Серов, В.М. О критериях и показателях эффективности инвестиционно-строительных проектов / В.М. Серов // Экономика строительства. – 2017. – № 4 (46). – С. 54–64.

52. Серов, В.М. О развитии методологии и методов анализа и оценки экономической эффективности капиталобразующих инвестиционно-строительных проектов / В.М. Серов // Экономика строительства. – 2017. – № 5 (47). – С. 18–29.

53. Серов, В.М. О совершенствовании оценки экономической эффективности инвестиций в производственный капитал / В.М. Серов // Инвестиции в России. – 2008. – № 7. – С. 27–35.

54. Серов, В.М. О составляющих фактора времени и их учете в расчетах экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов / Серов В.М., Тихонов Ю.П. // Экономика строительства. – 2019. – № 6 (60). – С. 24-37.

55. Серов, В.М. О сравнительной оценке экономической эффективности инвестиционных вложений в производственный капитал / Серов В.М., Ю.П. Тихонов // Вестник университета. – 2023. – № 5. – С. 131-140.

56. Серов, В.М. Развитие методологии оценки экономической

эффективности инвестиционных проектов / В.М. Серов, Ю.П. Тихонов // Журнал экономической теории. – 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 433-447.

57. Смоляк, С.А. Дисконтирование денежных потоков в задачах оценки эффективности инвестиционных проектов и стоимости имущества / С.А. Смоляк. – М.: Наука, 2006. – 324 с.

58. Струмилин, С.Г. Фактор времени в проектировках капитальных вложений / С.Г. Струмилин // Известия АН СССР. Отделение экономики и права. – 1946. – № 3. – С. 195–217.

59. Струмилин, С.Г. Физический и «моральный» износ средств труда / С.Г. Струмилин // Вопросы экономики. – 1956. – № 8. – С. 45–58.

60. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР. – М.: Госпланиздат, 1960. – 21 с.

61. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. – М.: Экономика, 1969. – 15 с.

62. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений // Эффективность капитальных вложений : сборник утвержденных методик. – М.: Экономика, 1983. – С. 7–42.

63. Титов, В.И. Совершенствование методики расчета лага капитальных вложений / В.И. Титов // Экономические науки. – 1979. – № 11. – С. 43–45.

64. Титов, В.И. Фактор времени в оценке экономической эффективности капитальных вложений : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Титов Василий Ильич. – М., 1997. – 269 с.

65. Тихонов, Ю.П. О концепциях и методах учета фактора времени в теории экономического обоснования инвестиций / Ю.П. Тихонов // Актуальные проблемы управления – 2015 : материалы 20-й Международной научно-практической конференции. Вып. 3; Государственный университет управления. – М.: ГУУ, 2015. – С. 146-150.

66. Тихонов, Ю.П. О проблеме учета фактора времени в теории оценки экономической эффективности инвестиционных проектов / Ю.П. Тихонов //

Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2015. – № 12. – С. 140-145.

67. Тихонов, Ю.П. О формировании альтернативной концепции учета фактора времени в обоснованиях инвестиций / Ю.П. Тихонов // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2015. – № 8. – С. 159-164.

68. Тихонов, Ю.П. Об оптимизации сроков строительства / Ю.П. Тихонов // Экономика строительства. – 2018. – № 4. – С. 52–60.

69. Тихонов, Ю.П. Об оценке потерь от замораживания капитальных вложений / Ю.П. Тихонов // Экономика строительства. – 2018. – № 3. – С. 66–77.

70. Тихонов, Ю.П. Об экономически целесообразном сроке службы основных средств / Тихонов Ю.П. // Актуальные проблемы управления – 2019 : материалы 24-й Международной научно-практической конференции. – Вып. 1. – М.: ГУУ, 2020.– С. 267–270.

71. Тихонов, Ю.П. Проблемы интерпретации дисконтированных показателей экономической эффективности проектов реального инвестирования / Ю.П. Тихонов // Реформы в России и проблемы управления – 2021 : материалы 36-й Всероссийской научной конференции молодых ученых; Государственный университет управления. – М.: ГУУ, 2021. – С. 36-39.

72. Тихонов, Ю.П. Развитие методов учета фактора времени при оценке экономической эффективности инвестиций / Ю.П. Тихонов // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2015. – № 9. – С. 384-388.

73. Тихонов, Ю.П. Эволюция концепции дисконтирования денежных потоков: от «Книги абака» Леонардо Пизанского до «Теории процента» Ирвинга Фишера / Ю.П. Тихонов // Журнал экономической теории. – 2017. – № 1. – С. 141–154.

74. Фактор времени в плановой экономике (инвестиционный аспект) / под ред. В.П. Красовского. – М.: Экономика, 1978. – 246 с.

75. Философский энциклопедический словарь / гл. редакция: Л. Ф. Ильичев,

П. Н. Федосеев, С. М. Ковалев, В. Г. Панов. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 840 с.

76. Форд, Л.Р. Потоки в сетях / Л.Р. Форд, Д.Р. Фалкерсон ; пер. с англ. – М.: Мир, 1966. – 276 с.

77. Фролов, И.Т. Введение в философию : учеб. пособие для вузов / авт. колл.: И.Т. Фролов и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Республика, 2003. – 623 с.

78. Хачатуров, Т.С. Эффективность капитальных вложений / Т.С. Хачатуров. – М.: Экономика, 1979. – 335 с.

79. Царев, В.В. Анализ действующих методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов / В.В. Царев, А.А. Кантарович // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. – 2004. – № 2(3). – С. 39–47.

80. Чернявский, В.О. Эффективность производства и оптимальность планирования / В.О. Чернявский. – М.: Экономика, 1973. – 191 с.

81. Черчмен, У. Введение в исследование операций / У. Черчмен, Р. Акоф, Л. Арноф ; пер. с англ. – М.: Наука, 1968. – 488 с.

82. Шихов, В.В. О методах определения лага и его связи с показателями эффективности / В.В. Шихов // Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники, вып. 9. – М.: Наука, 1965. – С. 42–55.

83. Шустер, А.И. Фактор времени в оценке экономической эффективности капитальных вложений / А.И. Шустер. – М.: Наука, 1969. – 242 с.

84. Экономическая эффективность капитальных вложений в сельское хозяйство : сб. ст. / под ред. Н.Г. Овчинникова. – М.: Экономиздат, 1962. – 363 с.

85. Ammar, M.A. Optimization of project time-cost trade-off problem with discounted cash flows / M.A. Ammar // Journal of Construction Engineering and Management. – 2011. – Vol. 137, № 1. – P. 65–71.

86. Crowston, W. Decision CPM: network reduction and solution / W. Crowston // Journal of the Operational Research Society. – 1970. – Vol. 21, № 4. – P. 435–452.

87. De, P. The discrete time-cost tradeoff problem revisited / P. De, E.J. Dunne, J.B. Ghosh, C.E. Wells // European Journal of Operational Research. – 1995. – Vol. 81, № 2. – P. 225–238.

88. Fisher, I. The rate of interest / I. Fisher. – New York: Macmillan, 1907. – 442 p.
89. Fisher, I. The theory of interest / I. Fisher. – New York: Macmillan, 1930. – 566 p.
90. Grant, E.L. Principles of engineering economy. Third edition / E.L. Grant. – New York: Ronald Press, 1950. – 623 p.
91. Hall, E.H. Tax policy and investment behavior / E.H. Hall, D.W. Jorgenson // The American Economic Review. – 1967. – Vol. 57, № 3. – P. 391–414.
92. Hayes, R.H. Managing our way to economic decline / R.H. Hayes, W.J. Abernathy // Harvard Business Review. – 1980. – Vol. 58, № 4. – P. 67–77.
93. Hindelang, T.J. A dynamic programming algorithm for Decision CPM networks / T.J. Hindelang, J.F. Muth // Operations Research. – 1979. – Vol. 27, № 2. – P. 225–241.
94. Hritonenko, N. Mathematical modeling in economics, ecology and the environment. Second edition / N. Hritonenko, Y. Yatsenko. – New York: Springer, 2014. – 296 p.
95. Kelley, J.E. Critical-path planning and scheduling: mathematical basis / J.E. Kelley // Operations Research. – 1961. – Vol. 9, № 3. – P. 296–320.
96. Liu, L. Construction time-cost trade-off analysis using LP/IP hybrid method / L. Liu, S.A. Burns, C.-W. Feng // Journal of Construction Engineering and Management. – 1995. – Vol. 121, № 4. – P. 446–454.
97. Meyer, W.L. Extending CPM for multiform project time-cost curves / W.L. Meyer, R.L. Shaffer // Journal of the Construction Division. – 1965. – Vol. 91, № 1. – P. 45–68.
98. Moussourakis, J. Flexible model for time-cost tradeoff problem / J. Moussourakis, C. Haksever // Journal of Construction Engineering and Management. – 2004. – Vol. 130, № 3. – P. 307–314.
99. Solomon, E. The arithmetic of capital budgeting decisions / E. Solomon // The Journal of Business. – 1956. – Vol. 29, № 12. – P. 124–129.
100. Terborgh, G. Dynamic equipment policy / G. Terborgh. – New York:

McGraw-Hill, 1949. – 290 p.

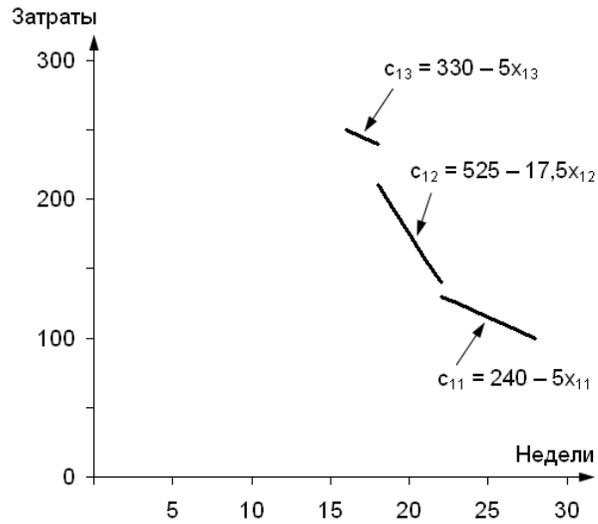
101. The financial system and productive investment: new survey evidence // Bank of England Quarterly Bulletin. 2017. Q1. <https://www.bankofengland.co.uk/quarterly-bulletin/2017/q1/the-financial-system-and-productive-investment-new-survey-evidence>.

102. Wellington, A.M. The economic theory of the location of railways / A.M. Wellington. – New York: J. Wiley & Sons, 1887. – 980 p.

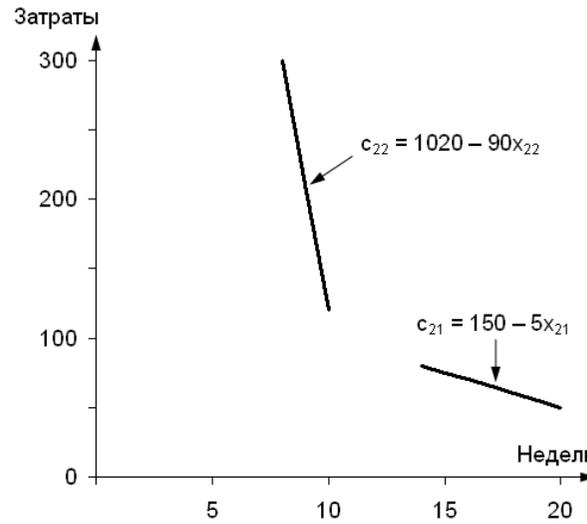
**ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Функции времени выполнения работ и объема переменных затрат в задаче определения величины экономически целесообразной продолжительности инвестиционной стадии проекта возведения производственного объекта ([98])**

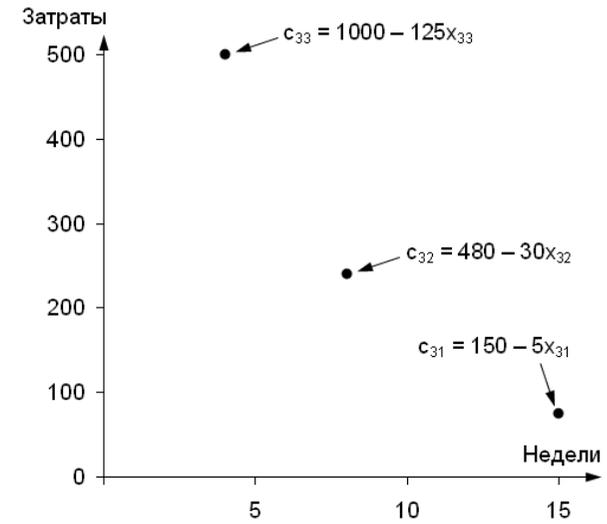
**Работа А(1)**



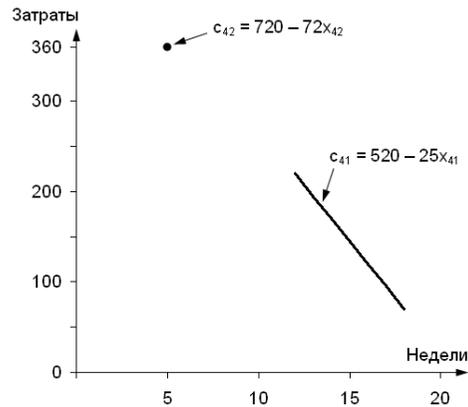
**Работа В(2)**



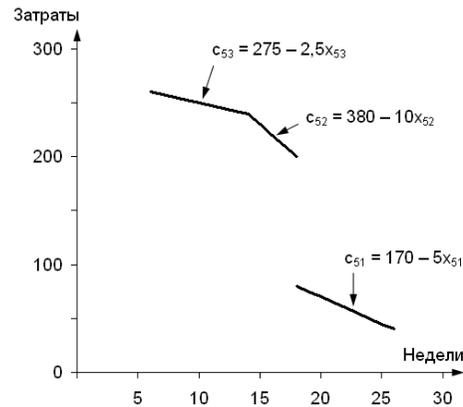
**Работа С(3)**



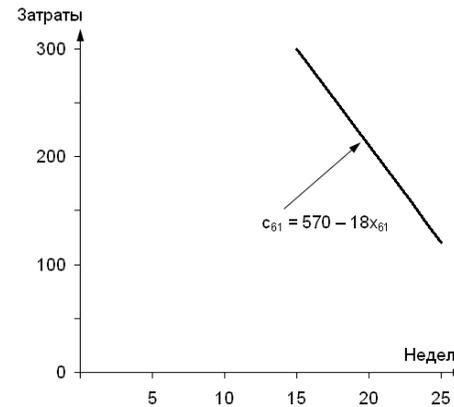
**Работа D(4)**



**Работа E(5)**



**Работа F(6)**



**Работа G(7)**

