

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет транспорта (МИИТ)»  
РУТ (МИИТ)



На правах рукописи

РАЗУВАЕВ АЛЕКСЕЙ ДМИТРИЕВИЧ

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И  
ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством  
(экономика, организация и управление предприятиями, отраслями и  
комплексами – транспорт)

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель:  
доктор экономических наук, профессор  
Мачерет Дмитрий Александрович

Москва – 2018

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 4  |
| Глава 1. Анализ методических основ оценки экономической эффективности развития и эксплуатации инфраструктуры на железнодорожном транспорте.....  | 13 |
| 1.1 Анализ развития методических подходов к оценке экономической эффективности инвестиций в транспортном строительстве.....  | 13 |
| 1.2 Анализ современных методических основ оценки эффективности инвестиционных проектов.....  | 23 |
| 1.3 Анализ развития системы оценки экономической эффективности эксплуатации элементов инфраструктуры.....  | 31 |
| 1.3.1 Оценка экономической эффективности эксплуатации железнодорожной инфраструктуры в условиях плановой экономики.....  | 32 |
| 1.3.2 Оценка экономической эффективности эксплуатации железнодорожной инфраструктуры в условиях рыночной экономики.....  | 40 |
| 1.4 Сравнительный анализ методик оценки экономической эффективности создания железнодорожной инфраструктуры .....  | 62 |
| Выводы по первой главе.....  | 67 |
| Глава 2. Методические положения по совершенствованию оценки экономической эффективности реализации проектов строительства железнодорожных магистралей с применением инновационных решений..... | 69 |
| 2.1 Модификация методического подхода к оценке экономической эффективности железнодорожного строительства с использованием инновационных вариантов путевой инфраструктуры.....                 | 70 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.2 Методический подход к анализу особенностей, экономических преимуществ и недостатков инновационных вариантов путевой инфраструктуры..... | 77  |
| 2.3 Методика оценки экономической эффективности применения инновационного варианта железнодорожного пути .....                              | 83  |
| Выводы по второй главе.....   | 106 |
| Глава 3. Комплексная методика оценки экономической перспективности стратегических решений в транспортном строительстве.....                 | 108 |
| 3.1 Оценка экономической перспективности инновационных решений в области железнодорожной инфраструктуры .....                               | 108 |
| 3.2 Оценка экономического эффекта от рационального использования территории при размещении объектов транспортной инфраструктуры.....        | 113 |
| 3.3 Оценка экономических перспектив развития высокоскоростной транспортной инфраструктуры.....  | 116 |
| Выводы по третьей главе.....  | 127 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 129 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....   | 132 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....   | 149 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** В условиях реформирования железнодорожного транспорта, общих институциональных изменений происходит совершенствование экономического инструментария и подходов к оценке экономической эффективности железнодорожного строительства. Методики оценки изменяются под влиянием различных экзогенных факторов, становятся более адаптивными и многокритериальными. При этом, с одной стороны, применяемые методические подходы должны соответствовать универсальным принципам и отвечать требованиям всех отраслей экономики. С другой стороны, полностью универсальный методический подход может не учитывать важных особенностей тех или иных технико-технологических решений, реализуемых в конкретной отрасли. В этой связи следует выделить транспортную инфраструктуру, научно обоснованный учет особенностей которой может существенно повлиять на итоговый результат проведенной экономической оценки.

При сооружении и модернизации железных дорог одной из важнейших является проблема долгосрочности инвестиций, что особенно важно для наиболее капиталоемкой составляющей железных дорог – инфраструктуры. С учетом возрастающих скоростей движения и повышения требований безопасности на железных дорогах, основной задачей становится максимальная стабилизация всех подсистем, входящих в инфраструктуру, в особой степени – путевой инфраструктуры. Решение этой задачи необходимо учитывать при экономической оценке строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры.

Применение инновационных решений в области железнодорожного строительства – это экономическая необходимость, связанная с обеспечением конкурентоспособности отрасли на рынке транспортных услуг. На сегодняшний день инновационная деятельность на железнодорожном транспорте не всегда находит необходимую поддержку со стороны инвесторов или государства, что

осложняет сохранение и повышение роли железнодорожного транспорта России в мировой транспортной системе. Проблемы, связанные с внедрением инноваций, имеют системный характер. В значительной степени они связаны с недостаточным развитием инфраструктурного базиса железных дорог, который, в свою очередь, должен служить основной площадкой для реализации новых технико-технологических решений. В данной ситуации, с экономической точки зрения, важной задачей является разработка научных методических положений, способных обеспечить отбор наиболее эффективных инновационных разработок и определение источников и объемов финансирования, обеспечивающих их внедрение.

В связи с этим, необходимо разработать не только предложения по совершенствованию методического инструментария оценки экономической эффективности реализации проектов сооружения железнодорожных магистралей с применением инновационных решений, но и научные методические положения для оценки экономической перспективности стратегических инновационных решений в транспортном строительстве.

Примером рассмотрения вышеуказанных проблем является инновационный проект – сооружение безбалластного верхнего строения пути.

Значимая доля не только капитальных вложений, но и эксплуатационных затрат связана с мероприятиями по сооружению, реконструкции, ремонту и текущему содержанию путевой инфраструктуры. Таким образом, они определяют стоимость жизненного цикла железнодорожной инфраструктуры.

Так как безбалластный путь принципиально отличается от традиционного варианта пути на балласте, а также имеет значительный инновационный потенциал, то существующие методики не могут в полной мере использоваться для оценки экономической эффективности нового железнодорожного строительства и технического перевооружения верхнего строения пути.

Вышеперечисленное свидетельствует об актуальности проблематики данного диссертационного исследования и необходимости совершенствования методического обеспечения по оценке экономической эффективности нового

железнодорожного строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных решений.

**Степень научной разработанности проблемы.** Фундаментальные исследования по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов, в частности, оценке применения различных инновационных решений, наиболее полно и системно освещены в трудах таких отечественных ученых и специалистов, как: Н.И. Барановская, И.В. Белов, Г.В. Бубнова, О.В. Ефимова, Б.М. Лapidус, Л.П. Левицкая, В.Н. Лившиц, З.П. Межох, В.А. Персианов, А.Т. Романова, А.В. Рышков, Е.А. Сотников, М.Б. Фейло, Э.И. Хаит, А.Г. Шахназаров, Л.В. Шкурина и другие.

Вопросы экономики железнодорожной инфраструктуры, в том числе путевого комплекса, рассматривались в трудах Ю.А. Быкова, Б.А. Волкова, В.Г. Галабурды, Д.А. Мачерета, Ф.С. Пехтерева, В.А. Подсорина, Ю.И. Соколова, Н.П. Терешинной, В.Я. Шульги и других ученых.

Однако, комплексный подход к рациональному выбору инновационных решений для нового железнодорожного строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры, с точки зрения экономической эффективности в рамках реализации строительно-инвестиционных проектов, а также с учетом постоянно растущих требований к железнодорожному сообщению, требует дальнейшей проработки. Необходим анализ существующих методик, интеграция и развитие наиболее совершенных методических подходов. Данные положения определяют актуальность и выбор темы диссертационного исследования.

**Цели и задачи диссертационного исследования.** Целью диссертационного исследования является совершенствование методического инструментария для оценки экономической эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов на железнодорожном транспорте с применением инновационных решений.

Для достижения указанной цели в диссертационном исследовании поставлены и решены следующие задачи:

- исследованы основные методы и существующие методики оценки экономической эффективности инвестиций в транспортном строительстве, выявлены их преимущества и недостатки;
- сформулирован научно обоснованный инструментарий для оценки экономических эффектов от использования инновационных решений в сфере железнодорожной инфраструктуры и выполнены соответствующие оценки на примере безбалластного варианта путевой инфраструктуры;
- оценена экономическая перспективность применения инновационного варианта железнодорожного пути с использованием новой экономической категории – «терраэффективность транспортной системы»;
- предложены комплексные методические решения для расчета экономической эффективности нового железнодорожного строительства с применением инновационных подходов.

**Объект исследования.** Объектом диссертационного исследования являются инфраструктурные транспортные компании.

**Предмет исследования.** Предметом диссертационного исследования являются методы оценки экономической эффективности инновационных решений в транспортном строительстве и техническом перевооружении железнодорожной инфраструктуры.

**Соответствие темы диссертации требованиям Паспорта специальностей ВАК.** Диссертационная работа и научные результаты проведенного исследования, выносимые на защиту, соответствуют следующему пункту паспорта научной специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями и комплексами – транспорт): 1.4.84. Оценка экономической эффективности нового транспортного строительства, технического перевооружения и модернизации путей сообщения.

**Теоретическая и методологическая основа исследования.** В процессе выполнения диссертационного исследования были использованы труды

отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области экономики транспорта и транспортного строительства и оценки экономической эффективности инвестиционных проектов. В качестве исследовательского инструментария использованы: метод технико-экономических расчетов, экономический и инвестиционный анализ, статистический анализ, сравнение и обобщение, историко-ретроспективный анализ, анализ информационно-аналитических материалов, касающихся поставленных в диссертационном исследовании задач, а также табличные и графические приемы исследования.

**Информационно-эмпирическая база исследования** сформирована на основе официальных данных из отраслевых источников о производственно-экономической и инвестиционной деятельности ОАО «РЖД», АО «ВНИИЖТ» и ОАО «Скоростные магистрали», а также материалов исследований отечественных и зарубежных ученых, научно-практических конференций и семинаров, периодической печати и сети Интернет.

**Рабочая гипотеза исследования** состоит в предположении, что реализация инновационных инфраструктурных решений при строительстве железнодорожных магистралей, особенно с повышенными требованиями к скорости движения, позволит значительно уменьшить затраты в сфере эксплуатации пути, т.е. на ремонты и текущее содержание. Также предполагается, что методика оценки экономической эффективности нового железнодорожного строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных технических решений должна отличаться от методик оценки эффективности с применением традиционных решений.

**Основные положения диссертационного исследования, полученные соискателем и выносимые на защиту:**

- 1) Оценка экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной магистрали с применением инновационных решений в транспортном строительстве.



- 2) Алгоритм экономического обоснования целесообразности применения инновационных технических средств при строительстве железнодорожной инфраструктуры.
- 3) Методические положения по оценке экономической перспективности инновационных решений в транспортном строительстве.
- 4) Экономическое обоснование зон скоростной эволюции транспортных систем с учетом применения экономически перспективных инновационных решений при новом железнодорожном строительстве.

**Научная новизна диссертационного исследования** состоит в совершенствовании подходов оценки экономической эффективности реализации проектов строительства и технического перевооружения железнодорожных магистралей с применением инновационных решений. В диссертационной работе получены следующие основные результаты, содержащие элементы научной новизны:

- 1) сформулированы методические положения по оценке экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры и обоснованию нормы дисконта с учетом специфики реализации долгосрочных инфраструктурных проектов на транспорте и выполнена оценка экономической эффективности строительства объектов железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных решений (на примере безбалластного верхнего строения пути);
- 2) разработан алгоритм экономического обоснования сфер применения инновационных решений при строительстве железнодорожных магистралей на примере безбалластного варианта путевой инфраструктуры и оценена перспективность данного решения, с учетом экономического эффекта от его малообслуживаемости в процессе эксплуатации;
- 3) модифицирована методика оценки экономической перспективности инновационных решений применительно к сфере строительства

железнодорожной инфраструктуры, рассчитан индекс инновационности перспективных решений для железнодорожного транспорта;

- 4) разработана методика определения экономического эффекта от рационального использования территории при размещении объектов транспортной инфраструктуры;
- 5) исследованы экономические аспекты развития высокоскоростной транспортной инфраструктуры и определены зоны скоростной эволюции транспортных систем, обеспечивающей повышение конкурентоспособности и социально-экономической эффективности инфраструктурной железнодорожной компании.

**Обоснованность и достоверность результатов диссертационного исследования** обеспечены использованием официальных статистических данных о производственной и инвестиционной деятельности компаний ОАО «РЖД», АО «ВНИИЖТ» и ОАО «Скоростные магистрали», официальных нормативных документов, используемых при проектировании и оценке эффективности объектов транспортной инфраструктуры, данных, опубликованных в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях, а также использованием фундаментальных положений экономической теории, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых.

Расчеты в ходе диссертационного исследования выполнены с использованием инструментов программы *Microsoft Office Excel*.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в том, что в отличие от существующих методик по оценке экономической эффективности применяемых инфраструктурных решений на железнодорожном транспорте, исследованы и учтены особенности, возникающие при использовании инновационных решений в рамках нового железнодорожного строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры, такие как: долгосрочный период формирования экономических эффектов; рациональное использование территории для объектов инфраструктуры; соответствие роста скорости эволюции транспортных систем и др. Данное положение позволило

разработать соответствующие методические положения и выполнить с их использованием оценку экономической эффективности применения инновационного инфраструктурного решения.

**Практическая значимость исследования.** Разработанные в настоящем диссертационном исследовании предложения по совершенствованию методики оценки экономической эффективности реализации проектов нового строительства и технического перевооружения железнодорожных магистралей с применением инновационных решений, могут быть использованы в практической деятельности участников инвестиционно-строительных проектов в транспортном и инфраструктурном секторах экономики, в частности, в проектах строительства высокоскоростных магистралей.

**Реализация и апробация диссертационного исследования.** Основные положения и результаты диссертационной работы обсуждались и получили положительную оценку на научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» (Москва, 2016 г.); национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления экономикой и финансами транспортных компаний» (Москва, 2016 г.); международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы менеджмента: производительность, эффективность, качество (в условиях перехода к цифровой экономике)» (Санкт-Петербург, 2017 г.); международной научно-практической конференции «Вклад транспорта в национальную экономическую безопасность» (Москва, 2018 гг.); заседаниях кафедры «Экономика транспортной инфраструктуры и управление строительным бизнесом» РУТ (МИИТ).

Результаты теоретических исследований внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО РУТ (МИИТ) при преподавании дисциплин «Экономика предприятия», «Экономическая оценка инновационных проектов», «Экономическая оценка инвестиционных проектов» и «Общий технико-экономический курс железных дорог».

**Публикации.** Основные результаты и положения исследований, проведенных в диссертационной работе, опубликованы в 15 научных статьях, объемом 12,2

печатных листа (авторский вклад 8,9 п. л.), в том числе 5 статей объемом 7,59 печатных листа в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией России (авторский вклад 5,5 п. л.).

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Основной текст изложен на 148 машинописных страницах и содержит 22 таблицы, 22 рисунка. Библиографический список включает 141 наименование.

# **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

## **1.1. Анализ развития методических подходов к оценке экономической эффективности инвестиций в транспортном строительстве**

Реализация инновационного решения при строительстве и техническом перевооружении железнодорожной инфраструктуры является инвестиционным проектом. В свою очередь инвестиционный проект — это программа мероприятий, с помощью которых осуществляются эффективные капитальные вложения для получения прибыли [15].

Оценка экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с применением инновационного решения, является важной задачей в рамках рассмотрения вопроса об оценке эффективности капитальных вложений, инвестиционных проектов и инноваций в транспортном строительстве.

При рассмотрении российской теории и практики экономической оценки инвестиций следует выделить следующие этапы:

1. Зарождение первых методов оценки эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов в первой половине XX века.
2. Формирование основных методологических подходов к выбору вариантов капитальных вложений и новой техники в условиях централизованной плановой экономики (1960 – 1989 гг.).
3. Трансформация и адаптация понятий и показателей оценки эффективности в период рыночных преобразований (1991 – 2000 гг.).
4. Применение современной методики оценки эффективности инвестиционных проектов (с 2000 г.).

Методика – это, как правило, некий готовый «рецепт», алгоритм, процедура для проведения каких-либо нацеленных действий [34].

Появление в начале XX века первых методов оценки экономической эффективности капитальных вложений было мотивировано необходимостью выбора наиболее эффективных проектов в сфере энергетического и транспортного строительства [77]. В 1934 г. М.М. Протодьяконовым было предложено использовать в качестве показателя сравнительной эффективности сумму приведенных строительно-эксплуатационных расходов, определяемую с учетом отдаления будущих затрат.

Т.С. Хачатуров в конце 1940-х гг. вводит понятие коэффициента общей (абсолютной) эффективности капитальных вложений как отношение прироста национального дохода к сумме этих вложений.

Следует отметить, что в советский период, в плановой экономике использовалось понятие *капитальных вложений*, поэтому методические рекомендации и разработки того периода были направлены на определение эффективности *капитальных вложений*.

С начала 1960-х гг. методы определения экономической эффективности устанавливались типовыми методиками и отраслевыми инструкциями. При этом определялись два направления расчетов экономической эффективности: капитальных вложений и новой техники.

В таблице 1.1 представлен анализ развития методов определения эффективности капитальных вложений (1960-1980 гг.) и инвестиционных проектов (с 1990-х гг.) [3].

Таблица 1.1 – Развитие методов оценки эффективности капитальных вложений и инвестиционных проектов [3, 45]

| № | Наименование методик и рекомендаций  | Характеристика методов оценки   |
|---|--|---|
| 1 | Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР, 1960 г. | Даны общие понятия общей (абсолютной) и сравнительной экономической эффективности; предложено понятие приведенных затрат, определены необходимость и порядок учета капитальных вложений в развитие сопряженных отраслей |

| № | Наименование методик и рекомендаций   | Характеристика методов оценки  |
|---|---|--|
| 2 | Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений, 1969 г.                            | Устанавливает на основе народнохозяйственного подхода методы расчетов экономической эффективности капитальных вложений, новой техники, проектных решений. Предлагаются методы расчета сравнительной эффективности технических и организационных решений. Установлены нормативные коэффициенты эффективности, дифференцированные по отраслям при среднеотраслевом значении $E_n = 0,12$ |
| 3 | Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве (СН 423-71), 1971 г.   | Для экономической оценки и выбора варианта рекомендуется расчет приведенных затрат, учитывающих единовременные и текущие затраты. Норматив эффективности – 0,12, для приведения разновременных затрат – 0,08.  |
| 4 | Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений, 1980 г.                            | Дополнены и конкретизированы методы расчета общей и сравнительной эффективности капитальных вложений. Установлены нормативы общей эффективности по отраслям. Конкретизированы методы расчета эффективности по направлениям воспроизводственной структуры капитальных вложений, в мероприятия по охране окружающей среды.   |
| 5 | Методика определения эффективности капитальных вложений 1988 г. (утв. Госпланом СССР 10.11.1988 г.)               | Рекомендуется учитывать фактор времени при расчете затрат и результатов; проводить оценку сравнительной и общей экономической эффективности. Конкретизирован порядок определения эффективности капитальных вложений по их направлениям и этапам. Норматив эффективности предполагается устанавливать в соответствии с Концепцией социально-экономического развития страны.             |
| 6 | Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и отбору их для финансирования, 1994 г. | Разработаны в соответствии с рекомендациями ЮНИДО. Различаются виды эффективности: коммерческая, бюджетная и экономическая. Используются методы дисконтирования затрат и результатов за расчетный период. Даны рекомендации по учету факторов риска и неопределенности.  |
| 7 | Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция), 2000 г.              | Базируется на положениях «Методических рекомендациях» 1994 г. В более ранних редакциях Методических рекомендаций были упущены или неравномерно проработаны некоторые вопросы, например оценка социальной составляющей эффекта от реализации инвестиционного проекта. Были упущены также методы оценки сравнительной  |

| № | Наименование методик и рекомендаций | Характеристика методов оценки  |
|---|-------------------------------------|--|
|   |                                     | <p>эффективности проектов. Предложено расчет эффективности проводить в два этапа: «проекта в целом» и «участи в проекте». Понятие «экономической» эффективности заменено на «общественную». Развита положения по учету риска и неопределенности, обоснованию схемы финансирования проекта. Рекомендовано определять эффективность инвестиционного проекта для участников проекта и структур более высокого уровня, для бюджета. Четко определена система показателей эффективности инвестиций.</p> |

Параллельно с этим (на основе вышерассмотренных методик) происходит развитие методов оценки эффективности в транспортном строительстве. При этом особо стоит выделить методики социально-экономической и технико-экономической оценки эффективности использования различных элементов инфраструктуры (шпалы, рельсы, крепления и т.д.) [78]. Следует отметить, что большинство методик имеют общую (базовую) часть, которая в полной мере соотносится с основными методиками по оценке эффективности капитальных вложений и инвестиционных проектов. В работе рассмотрены и проанализированы особенности, которые являются сугубо специфическими для железнодорожной отрасли и, в частности, для путевой инфраструктуры (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Развитие методов оценки эффективности капитальных вложений и инвестиционных проектов специалистами и учеными транспортного строительства\*

| №  | Наименование методик и рекомендаций   | Характеристика и описание предлагаемых методов оценки  |
|--|---|--|
| 1. Оценка экономической эффективности элементов верхнего строения пути в условиях плановой экономики |   |  |
| 1  | К вопросу о сравнение вариантов конструкций. Автор: Г.М. Шахунянц., 1958 г. | В работе отмечается, что эффективность того или иного варианта необходимо рассматривать, учитывая несколько показателей, а не один. Поднимается вопрос о перспективности конструкции и возможность ее «морального износа» до истечения физического срока службы, что в привязке к теме исследования свидетельствует о необходимости применения |



| №  | Наименование методик и рекомендаций  | Характеристика и описание предлагаемых методов оценки   |
|--|--|---|
|  |  | инновационных решений на сети железных дорог, балансирующих показатели «морального износа» и физического. Предлагается методика сравнения вариантов по кривым суммарных расходов с учетом систематического снижения себестоимости и денежного показателя морального износа.   |
| 2  | О соотношении между сроком окупаемости и сроком службы. Автор: Симановский М.А., 1958 г.                                       | В работе рассматривается и обосновывается, что такой показатель, как срок службы, не может быть пределом срока окупаемости. А также, что варианты с меньшими сроками службы и высокими нормами амортизационных отчислений имеют преимущество перед вариантами с большими сроками службы.  |
| 3  | Определение экономической эффективности технических решений. Автор: Хаит Э.И., 1970 г.   | Методические рекомендации основаны на сопоставлении результатов и затрат. На примере внедрения объемно-закаленных рельсов, которые формируют на стадии изготовления и в процессе эксплуатации разновременные экономические эффекты. Отмечается, что затраты, производимые в разные сроки, непосредственно не сопоставимы, поскольку сравнивая варианты с дополнительными затратами на разных годах эксплуатации, по одному из вариантов происходит высвобождение средств. Затраты отнесенные на более поздний период, соответствуют меньшим суммам, вкладываемым в более ранний период. Поэтому, разновременные затраты принято приводить к одному моменту времени – либо к начальному, либо к конечному. Стандартный подход по определению экономии приведенных затрат, где $\Delta_T = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)$ , не учитывает каких-либо коэффициентов приведения. |
| 4  | Технико-экономическая оценка мероприятий по повышению скоростей движения поездов. Авторы: Шульга В.Я., Волков Б.А., 1975 г.    | В методике описывается типовой метод сравнения вариантов. Выбираемые для сравнения варианты сопоставляют комплексно по техническим и экономическим показателям; в том числе, в расчетах возможен учет натуральных показателей.  |
| 2. Оценка экономической эффективности элементов верхнего строения пути в условиях рыночной экономики |  |   |
| 5  | Расчет интегральных показателей экономической эффективности инвестиционных проектов. Авторы: Болотин А.В., Кокин М.В., 1997 г. | В методических указаниях изложена методология оценки экономической эффективности инвестиционных проектов, целью которой является выбор наилучшего варианта для реализации. Отбор варианта производится на основе расчета и анализа  |

| №         | Наименование методик и рекомендаций  | Характеристика и описание предлагаемых методов оценки  |
|-----------|--|--|
|           |  | интегральных показателей инвестиционных проектов принятых на основе методик UNIDO.   |
| <b>6</b>  | Экономические расчеты по выбору варианта верхнего строения пути. Авторы: Кокин М.В., Ступинкова Е.А., 2003 г.  | Рассматривается традиционная методика оценки сравнительной экономической эффективности с точки зрения минимизации годовых приведенных расходов для элементов верхнего строения пути.   |
| <b>7</b>  | Совершенствование рельсовых скреплений. Технико-экономическое сравнение промежуточных рельсовых скреплений. Авторы: Карпущенко Н.И., Антонов Н.И., 2003 г.   | В методике рассматриваются сроки службы элементов верхнего строения пути, состав ремонтов пути и сроков их проведения, сравнение эксплуатационных затрат по вариантам, расходы на текущее содержание, расходы на смену элементов верхнего строения пути, расходы на одиночную смену скреплений и амортизационные отчисления.   |
| <b>8</b>  | Сравнение вариантов проектных решений при строительстве и реконструкции искусственных сооружений. Авторы: Муджири Т.М., Соловьев В.В., 2004 г.   | На основе типовой методики сравнения вариантов проводится оценка эффективности предполагаемых к сооружению вариантов искусственных сооружений.   |
| <b>9</b>  | Оценка экономической эффективности инвестиций и инноваций на железнодорожном транспорте. Автор: под ред. Волкова Б.А., 2009 г.   | Рассмотрены показатели общей, сравнительной, коммерческой и общественной экономической эффективности. Также проанализирован учет фактора времени и фактора риска и неопределенности при оценке экономической эффективности инвестиций и инноваций.   |
| <b>10</b> | Методика оценки социально-экономической эффективности строительства новых железнодорожных линий общего пользования. Авторы: Пехтерев Ф.С., Лившиц В.Н., Пугачева А.А., Мачерет Д.А. и др., 2009 г. | Задачи Методики и рассмотренных в ней примеров расчета эффективности проектов разработаны в целях максимальной адаптации Методики для решения практических задач по обоснованию эффективности инвестиций в проекты строительства новых железнодорожных линий. При расчете социально-экономической эффективности проекта, в работе, приводится расчет внутренних денежных потоков, конверсии рыночных цен, внешних эффектов, социальной нормы дисконта. В работе подробно рассмотрены внешние экономические, социальные и экологические эффекты проекта. В целях учета факторов риска и неопределенности производится анализ чувствительности проекта к изменению отдельных параметров окружения проекта. |
| <b>11</b> | Современные конструкции железобетонных шпал и промежуточных скреплений для бесстыкового пути. Технико-экономическая эффективность  | В данной методической работе рассмотрены и совместно проанализированы два основных элемента верхнего строения пути – шпалы и скрепления. Период рассмотрения (горизонт расчета) исследуемых решений приравнивается   |

| №  | Наименование методик и рекомендаций  | Характеристика и описание предлагаемых методов оценки   |
|----|--|---|
|    | применения промежуточных скреплений и железобетонных шпал в различных условиях эксплуатации Авторы: Ермаков В.М., Бекиш А.А., 2009 г.  | к межремонтному сроку. Производится расчет показателей сравнительной экономической эффективности.   |
| 12 | Инструкция по применению конструкции верхнего строения пути в тоннелях. Технико-экономическая оценка конструкции ВСП в тоннеле. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» №2607р, 2012 г. | Концепцией оценки является нахождение целевой функции по соотношению суммарных затрат. Приведена методика применения зависимостей для определения целесообразных сроков назначения ремонтов пути. Отмечается, что данные сроки должны приниматься не только на основании экономической составляющей, но и на основании комплексной технико-экономической оценки участка производства ремонтных работ. |
| 13 | Технико-экономическое обоснование выбора рациональных конструкций земляного полотна автомобильных дорог на слабых основаниях. Авторы: А.Ф. Колос, В.А. Черняева., 2015 г.          | На примере инфраструктуры автомобильного транспорта рассмотрены затраты и экономические эффекты, определяющие выбор конструкции земляного полотна на слабых основаниях. Проанализировано влияние ряда показателей на интегральные дисконтированные затраты, являющихся критерием выбора конструкции при сравнении вариантов.  |
| 14 | Экономическая оценка инвестиций. Авторы: Терешина Н.П., Подсорин В.А., 2016 г.   | В работе приведены методические подходы к определению показателей эффективности инвестиционных проектов, рассмотрены основные показатели экономической эффективности, используемые при технико-экономическом обосновании инвестиционных проектов, выделены показатели общей и сравнительной эффективности, проанализированы особенности оценки инвестиционных проектов железнодорожного транспорта    |

\*- составлено автором с использованием источников [7, 14, 18, 28, 39, 43, 44, 73, 75, 112, 122, 126, 137, 139].

В типовой методике 1960 г. предложены методы расчета общей (абсолютной) и сравнительной эффективности.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность капитальных вложений (К) оценивалась следующими показателями:

- 1) на уровне народного хозяйства и его отраслей – приростом национального дохода ( $D$ );

2) на уровне предприятия – приростом прибыли ( $\Pi$ ) или снижением себестоимости продукции ( $C$ ):

$$\mathcal{E}_{\text{нх}} = \frac{\Delta D}{K}, \quad (1.1)$$

$$\mathcal{E}_{\text{предпр}} = \frac{\Delta \Pi}{K}. \quad (1.2)$$

Общая (абсолютная) эффективность проекта определялась двумя показателями:

1) уровень рентабельности капитальных вложений ( $\mathcal{E}_p$ ):

$$\mathcal{E}_p = \frac{\Pi}{K} = \frac{C - C}{K}, \quad (1.3)$$

где  $\Pi$  – прибыль, определенная как разность цены ( $C$ ) и себестоимости продукции, работ, услуг ( $C$ ), руб.;  $K$  – капитальные вложения в создание предприятия, производства, руб.;

2) срок окупаемости капитальных вложений, лет:

$$T_o = \frac{K}{\Pi} = \frac{K}{C - C}. \quad (1.4)$$

Сравнительная же эффективность характеризовалась, как правило, тремя показателями:

1) коэффициентом сравнительной эффективности:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} \geq E_n; \quad (1.5)$$

2) сроком окупаемости дополнительных капитальных вложений (инвестиций):

$$T_o = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} \leq T_n; \quad (1.6)$$

3) приведенными затратами,  $Z_i$ :

$$\text{годовыми } Z_i = C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min \quad (1.7)$$

$$\text{за срок окупаемости } Z_{iT} = K_{iT} + T_n \cdot C_{iT} \rightarrow \min \quad (1.8)$$

Предназначение сравнительной эффективности – выбор вариантов инвестиционных проектов.

Стоит отметить, что в методике 1960 г. были предложены методы расчета эффективности, основанные на ряде допущений:

- расчетный период по времени принимался неограниченным;
- капитальные вложения в проект рассматривались как единовременные;
- текущие затраты (себестоимость продукции) считались одинаковыми, равномерно распределенными по годам.

Рассматривая взаимосвязь общей и сравнительной эффективности, можно сделать вывод, что они не противоречат, а дополняют друг друга.

Во второй редакции типовой методики (1969 г.) методы расчета эффективности конкретизированы и распространяются на капитальные вложения, новую технику и проектные решения.

В начале 1970-х гг. разработана отраслевая инструкция СН 423-71, предназначенная в основном для выбора вариантов проектных решений на основе показателя приведенных затрат.

Дальнейшее развитие методы оценки эффективности получили в типовой методике 1980 г., где нормативы сравнительной эффективности были установлены по отраслям народного хозяйства.

Наиболее близки по своим подходам к современным методикам «Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса», утвержденные в 1988 г. постановлением ГКНТ СССР и Президиумом АН СССР. Особенности «Рекомендаций» являются: определение эффекта по разности результатов и затрат, приведенных к единому моменту времени методом дисконтирования; использование цен на новую технику, определяемых с учетом эффекта у потребителя; учет эффекта, исчисляемого за расчетный период, равный жизненному циклу новой техники.

С формированием в России рыночной экономики в начале 1990-х гг. начинается применение стандартизированных с международными масштабе методов оценки эффективности инвестиционных проектов. Они были изложены еще в «Руководстве по оценке проектов» (1978 г.), подготовленном Международным центром промышленных исследований при ЮНИДО (Комитет

по промышленному развитию при ООН) с участием Международного банка и ведущих финансовых институтов.

В условиях рынка расчет сравнительной экономической эффективности, основанный на выборе наиболее экономичных вариантов проектных решений, является лишь частью проблемы достижения более эффективных результатов. Требуют отдельной проработки вопросы учета факторов риска, неопределенности и инфляции, анализа устойчивости проекта, оценки участия в проекте государства и других субъектов инвестиционной деятельности.

В 1994 г. были изданы «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», основанные на методах оценки эффективности инвестиций, принятых ЮНИДО.

Однако в этой методике недостаточно детально проработаны некоторые существенные вопросы, к примеру, оценка социальной составляющей эффекта от реализации инвестиционного проекта, которая была лишь обозначена. За рамками методики остались также методы оценки сравнительной эффективности проектов.

В Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция), утвержденных в 2000 г., подходы к оценке эффективности инвестиций получили дальнейшее развитие. Были рассмотрены основные принципы оценки эффективности, применимые к любым типам проектов независимо от их технических, технологических, финансовых, отраслевых или региональных особенностей. В этих рекомендациях методы оценки эффективности инвестиционных проектов были усовершенствованы и дополнены. Это относится к вопросам расчета общественной эффективности, учета инфляции и факторов риска. Рекомендован двухэтапный порядок расчетов: на первом — *оценка эффективности проекта в целом*; на втором этапе определяется его *эффективность для каждого участника*.

Но последнее издание «Рекомендаций» также не лишено недостатков. Так, обоснованную критику вызывают принятая терминология и названия показателей, являющихся, как считают некоторые ученые, недостаточно корректными (в частности смешение понятий дохода и прибыли); так и остались

непроработанными вопросы экологической и социальной эффективности, методы оценки инвестиций в непроизводственную сферу [3].

Поэтому оценка эффективности инвестиционных проектов в сфере транспортного строительства может быть осуществлена на их основе только после соответствующего переосмысления и корректировки отдельных положений.

## **1.2 Анализ современных методических основ оценки эффективности инвестиционных проектов**

### ***Понятие и виды эффектов и эффективности инвестиций***

Одним из главных критериев в принятии инвестором решения об инвестировании капитала является доходность инвестиционного проекта [42]. Инвестора интересует эффективность его вложений.

Эффективность (экономическая и социальная) представляет собой отношение экономического или социального эффекта к затратам на его достижение. На эффективность инвестиций влияют различные факторы (рисунок 1.1), действие которых должно учитываться в бизнес-плане инвестиционного проекта.



Рисунок 1.1. – Факторы, влияющие на эффективность инвестиций [76]

При реализации аналогичных инвестиционных проектов в разных экономических регионах, отличающихся природными и социально-демографическими факторами, могут быть получены различные показатели эффективности инвестиций.

В основе всех показателей эффективности инвестиций заложен принцип сопоставления результатов и затрат. В зависимости от способа соизмерения этих показателей и учета фактора времени различают простой (статический) метод оценки эффективности инвестиций и метод дисконтирования (динамический метод).

Согласно методике [45], следует оценивать как эффективность проекта в целом, так и эффективность участия в этом проекте конкретных субъектов инвестиционного процесса (рисунок 1.2).



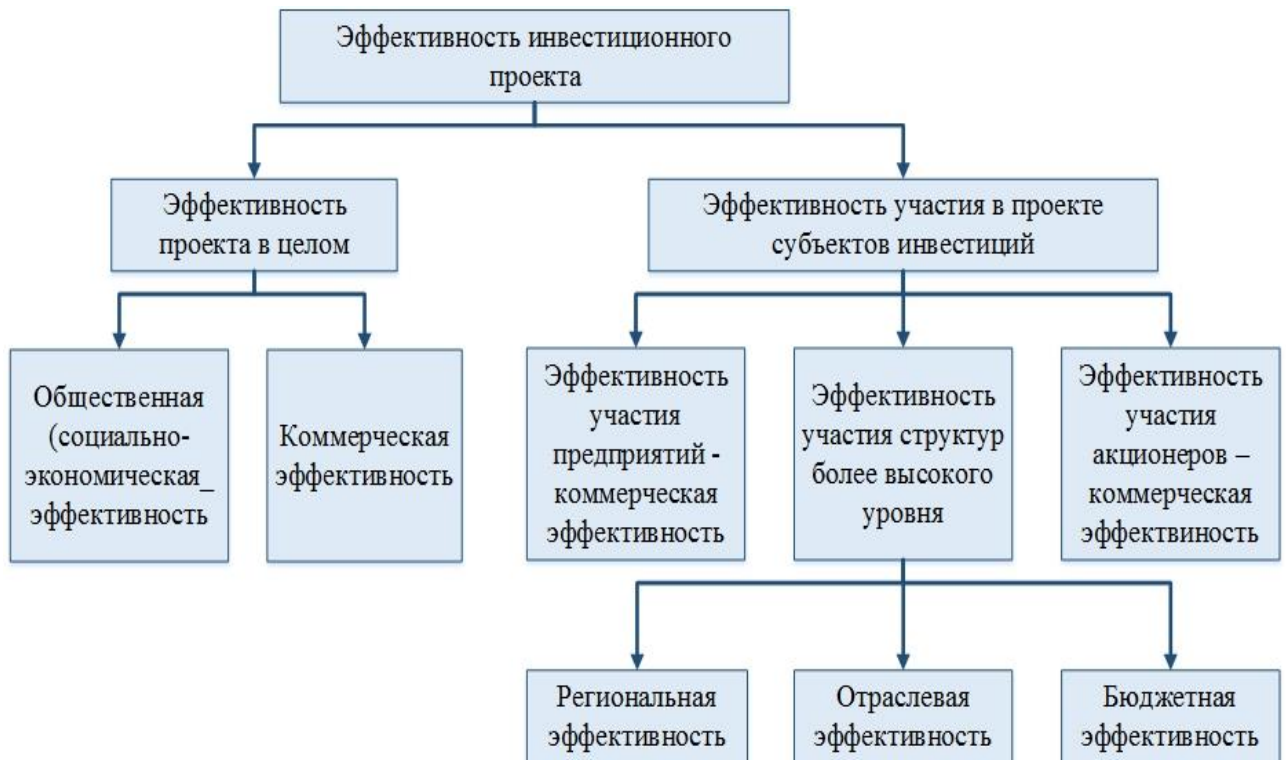


Рисунок 1.2. – Виды эффективности инвестиционного проекта

### ***Показатели эффективности инвестиционных проектов***

Основными показателями оценки эффективности инвестиционного проекта являются:

- чистый доход (ЧД);
- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- сроки окупаемости инвестиций (простых и дисконтированных) ( $T_0$ );
- индексы доходности инвестиций (простых и дисконтированных) (ИДИ, ИДДИ).

Основные показатели, с помощью которых можно оценить эффективность инвестиционного проекта, сведены в таблице 1.3. Более подробно данные показатели рассмотрены в таблицах 1.4, 1.5.

Таблица 1.3 – Сводная таблица показателей оценки экономической эффективности инвестиционных проектов\*

| Метод                                   | Показатель и обозначение            | Другие названия, используемые в литературе  | Функция в MS Office Excel (аргументы)   | Экономическое содержание   |
|---|-------------------------------------|---|---|--|
| 1. Простой метод (статический)          | Срок окупаемости (То)               | Период возврата капитала, <i>Payback Period (PP)</i>  | -                                       | Показывает период времени, в течение которого средства, вложенные в инвестиционный проект, окупаются за счет получаемого дохода (чистой прибыли), год, квартал, месяц.   |
|   | Простая норма прибыли (Нп)          | Отдача на капитал, <i>Return On Investment (ROI)</i>  | -                                       | Определяет доходность вложенных инвестиций, %  |
|   | Чистый доход (ЧД)                   | Чистая стоимость, <i>Net Value (NV)</i> , сальдо денежного потока   | -                                       | Показывает суммарный чистый доход, получаемый в результате осуществления инвестиционного проекта. Представляет разницу между результатами и затратами за расчетный период, руб.  |
|   |                                     | Сальдо реальных денег   | -                                       | Показывает сумму денежного потока, получаемого от реализации проекта, за расчетный период, руб.  |
| 2. Метод дисконтирования (динамический) | Чистый дисконтированный доход (ЧДД) | Чистая текущая стоимость, чистая приведенная стоимость, интегральный эффект, <i>Net Present Value (NPV)</i> | ЧПС (ставка дисконта; значения $FV_n$ ) | Показывает суммарный приведенный чистый доход (эффект), получаемый в результате осуществления инвестиционного проекта в виде разницы между текущей стоимостью всех результатов и текущей стоимостью всех затрат за расчетный период, руб. Показывает текущую стоимость денежного потока, получаемого от реализации проекта, за расчетный период, руб. При значении $ЧДД > 0$ |

| Метод | Показатель и обозначение                             | Другие названия, используемые в литературе  | Функция в MS Office Excel (аргументы) | Экономическое содержание  |
|-------|--|---|---------------------------------------|---|
|       |  |   |                                       | проект эффективен.  |
|       | Срок окупаемости дисконтированных инвестиций (То)    | Период возврата капитала, Discounted Payback Period (DPP)   | -                                     | Показывает период времени, в течение которого дисконтированные инвестиции окупаются за счет получаемого чистого дохода в год, квартал, месяц. При значении $T_0 < T$ проект эффективен. |
|       | Индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИДДИ) | Индекс рентабельности, рентабельность инвестиций, Profitability Index (PI)  | -                                     | Показывает эффективность (доходность) дисконтированных инвестиций, руб./руб. При значении ИДДИ $> 1$ проект эффективен.   |
|       | Внутренняя норма доходности (ВНД)                    | Внутренняя норма дисконта, внутренняя норма рентабельности, внутренняя норма окупаемости, Internal Rate of Return (IRR) | ВСД (значения; предположение)         | Показывает собственную доходность инвестиционного проекта. При значении $ВНД > E$ проект эффективен   |

\*- составлено автором с использованием источников [3; 6; 21]

Показатели, характеризующие эффективность инвестиций, достаточно разнообразны и позволяют с различных сторон оценить инвестиционно-строительные проекты [82, 83, 123]. Эффективность инвестиционного проекта (ИП) может оцениваться как количественными (показатели эффективности), так и качественными характеристиками. Основные классификационные группы (по показателям эффективности инвестиций приведены на рисунке 1.3 [3, 99, 98].

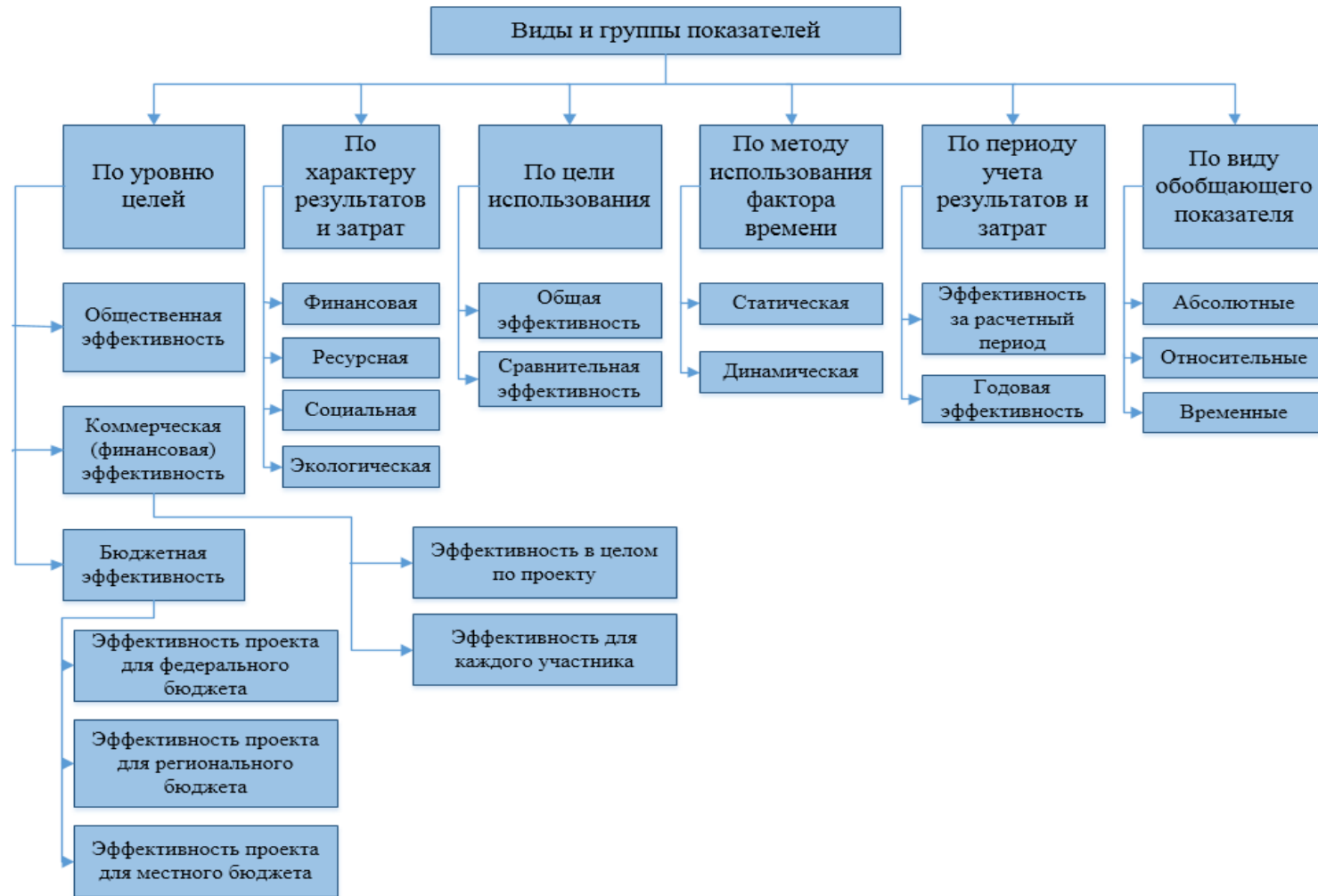


Рисунок 1.3. – Классификация показателей эффективности инвестиций [3]

Оценка эффективности ИП определяется следующими положениями:

1. Рассмотрение проекта на протяжении его жизненного цикла, принимаемого за расчетный период ( $T$ ); агрегирование показателей по шагам расчета ( $m$ ).
2. Моделирование денежных потоков по инвестиционной ( $\varphi_{и}$ ), операционной ( $\varphi_{о}$ ) и финансовой ( $\varphi_{ф}$ ) деятельности. Денежный поток характеризуется понятиями притока (поступления средств), оттока (выплаты, расходы) и сальдо (результат – эффект).
3. Расчет показателей эффективности, их оценка и обоснование вывода об эффективности и реализуемости проекта.

Таблица 1.4 – Показатели для расчета эффективности проекта\*

| Показатели   | Расчетная формула, пояснения  |
|--|---|
| 1. Простой метод (статический)                         |   |
| Чистый доход (ЧД)                                      | $NV = \sum_{n=1}^m CF_n - \sum_{n=0}^m IC$  |
| Срок окупаемости ( $T_o$ )                             | $PP = n, \text{ при } \sum_{n=1}^m CF_n \geq \sum_{n=0}^m IC$                                       |
| Простая норма прибыли (Нп)                             | $ROI = \frac{CF_{cp}}{IC}$  |
| 2. Метод дисконтирования (динамический)                |   |
| Чистый дисконтированный доход (ЧДД)                    | $NPV = \sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+d)^n} - \sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+d)^n}$                         |
| Срок окупаемости дисконтированных инвестиций ( $T_o$ ) | $DPP = n, \text{ при } \sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+d)^n} \geq \sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+d)^n}$      |
| Индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИДДИ)   | $PI = \frac{\sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+d)^n}}{\sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+d)^n}}$                    |
| Внутренняя норма доходности (ВНД)                      | $IRR = d, \text{ при } \sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} - \sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+IRR)^n} = 0$ |

\*- составлено автором с использованием источников [3; 6; 45]

Таблица 1.5 – Основные преимущества и недостатки использования дисконтирования денежных потоков при определении показателей эффективности инвестиций [122]

| Показатели   | Достоинства  | Недостатки   |
|--------------|--|--|
| Статические  | Простота расчетов; легкость понимания; традиционность использования; соответствие общепринятым методам бухгалтерского учета; доступность исходной информации (данные бухгалтерского учета)         | Экстраполяция прошлых тенденций в будущее (привязка к учетным данным); не учитывается альтернативная стоимость используемых ресурсов; не учитывается изменение ценности денежных потоков во времени; риск учитывается косвенно |
| Динамические | Учитывается альтернативная стоимость используемых ресурсов; определение показателей осуществляется на основе моделирования денежных потоков; оценка эффективности производится с позиции инвестора | Прогноз денежных потоков не всегда достаточно точен; сложность в применении; ограничения предположений применения дисконтирования денежных потоков; сложно экономически обосновать норму дисконта                              |

Следует отметить, что ставка дисконта (норма дисконта) определяется как социальная значимая норма, обеспечивающая минимальный уровень прибыльности. По своей сути, принятая норма и рассчитанный далее коэффициент дисконтирования, являются критерием экономического окружения при выборе и оценке проекта. Обоснование принятой величины нормы дисконтирования способствует рациональному распределению средств в краткосрочные и долгосрочные проекты. При этом ставка дисконта должна отражать условия, цели и характер развития экономики страны. Она, по сути своей, является экзогенно задаваемым ключевым экономическим параметром. При правильном выборе ставки дисконта получение участником проекта чистого дохода в некоторый момент времени будет для этого участника эквивалентно получению соответствующего дисконтированного дохода в момент приведения  $t^0$ .

В разных странах к ставке дисконтирования применяются различные подходы. К примеру, в методике, используемой в КНР, к потоку доходов применяется коэффициент  $\frac{1}{(1-d)^n}$ , а к потоку расходов  $\frac{1}{(1+d)^n}$ . Следовательно,

сумма расходов на реализацию проекта занижается, а будущих доходов – повышается [3].

### **1.3 Анализ развития системы оценки экономической эффективности эксплуатации элементов инфраструктуры**

На основании анализа, выполненного в п. 1.1 возможно сделать вывод о наличии временных периодов в подходе к оценке экономической эффективности инвестиций. В рамках диссертационного исследования выделяется два таких периода. Они образовались в результате перехода от централизованного планового управления народным хозяйством к рыночной основе хозяйствования. Первый период продолжался – до 1991 г., второй – после 1991 г.

Методика, используемая на современном этапе, должна отвечать всем требованиям как технико-технологического, так и экономического подхода. То есть быть современной, применимой, актуальной, сравнимой с другими методиками и создавать задел для дальнейших исследований в данной области. Безусловно, для более объективной оценки и анализа рассматриваемой задачи, необходимо рассмотреть не только современное состояние методического подхода к оценке экономической эффективности, но и проанализировать советский опыт.

Рассмотрим первый временной период, продолжавшийся до 1991 года. К этому периоду относятся методические подходы, связанные с обоснованием и выбором наиболее экономически эффективного варианта строительства в условиях планового хозяйства. Ключевыми понятиями экономической эффективности на тот момент были: капитальные вложения, нормативный коэффициент капитальных вложений и срок окупаемости.

### **1.3.1 Оценка экономической эффективности эксплуатации железнодорожной инфраструктуры в условиях плановой экономики**

В соответствии с методикой, изложенной в работе «К вопросу о сравнении вариантов конструкций» [137], разработанной доктором технических наук, профессором Г.М. Шахунянцем, подход к определению выбора наиболее эффективного варианта при реализации строительства любого элемента пути рассмотрен с точки зрения централизованной плановой экономики и затрагивает экономические аспекты, реализуемые при ведении социалистической народно-хозяйственной деятельности. В работе ставится вопрос о более рациональном использовании показателя «срок окупаемости» и его графическом отображении. В дополнение к этому рассматривается возможность учета разновременных затрат. Данный подход может быть использован как ретроспективный и рекомендательный для совершенствования методик, которые используются в настоящее время или находятся на стадии разработки.

Для успешного выполнения планов по перевозке грузов и пассажиров предусмотрено проведение комплекса мероприятий по усилению и реконструкции железнодорожного транспорта, большое внимание, в частности, должно уделяться усилению путевого хозяйства железных дорог.

Определение эффективности того или иного варианта неправильно сводить к определению какого-либо одного показателя. Поэтому при сравнении вариантов следует комплексно рассматривать ряд показателей, в том числе:

- трудовые затраты и рост производительности труда;
- затраты материалов (металла, древесины, железобетона и т. п., с учетом степени дефицитности);
- денежные показатели (капиталовложения и эксплуатационные расходы);
- степень механизации и автоматизации производственных процессов энерговооруженности;



- технические и организационно-технические показатели (сложность и надежность, сроки строительства и службы данного объекта и т. п.), оборонные требования.

Должна быть также учтена необходимость улучшения условий труда. Наконец, необходимо принять во внимание перспективность рассматриваемого решения и возможность его «морального износа» до истечения физического срока службы и др. Во всех вариантах должно быть обеспечено полностью выполнение требования безопасности движения. Следует отметить экономическую значимость применения инновационных решений при строительстве и техническом перевооружении железнодорожной инфраструктуры [46, 86, 119, 120].

Сравнение вариантов по денежным показателям наиболее правильно производить, учитывая не себестоимость продукции, а ее стоимость, принимая во внимание и продукт для общества. Однако еще до настоящего времени продолжается дискуссия даже по вопросу о способах учета стоимости продукта для общества. В связи с этим впредь до разработки единой методики определения стоимости при сравнении вариантов исходят из учета себестоимости.

При сравнении денежных показателей следует считаться с тем, что обычно варианты, требующие больших первоначальных затрат, в последующем связаны с меньшими эксплуатационными расходами.

На этом основан известный прием определения срока  $t_{ок}$  окупаемости варианта:

$$t_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}, \quad (1.9)$$

где  $A_1$  и  $A_2$  — величины капитальных затрат по первому и второму вариантам;

$\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  — ежегодные эксплуатационные расходы при тех же вариантах.

Исчисленный таким образом срок окупаемости  $t_{ок}$  в ряде случаев не является полноценным измерителем эффективности одного варианта по отношению к другому по денежным показателям, так как не учитывает возможности

позатупного вложения капиталных затрат, неравномерность эксплуатационных расходов по годам и т.п.

По сравнению с общепринятым определением срока окупаемости построение кривых расходов дает несравненно более широкие возможности анализа эффективности того или иного варианта, раскрывая полностью всю картину движения расходов по годам. Сроки окупаемости являются при этом только отдельными точками на кривых. Следует отметить, что применение графоаналитического метода для кривых расходов и определения срока окупаемости, отчасти является прообразом современного графического отображения интегрального эффекта (рисунок 1.4).

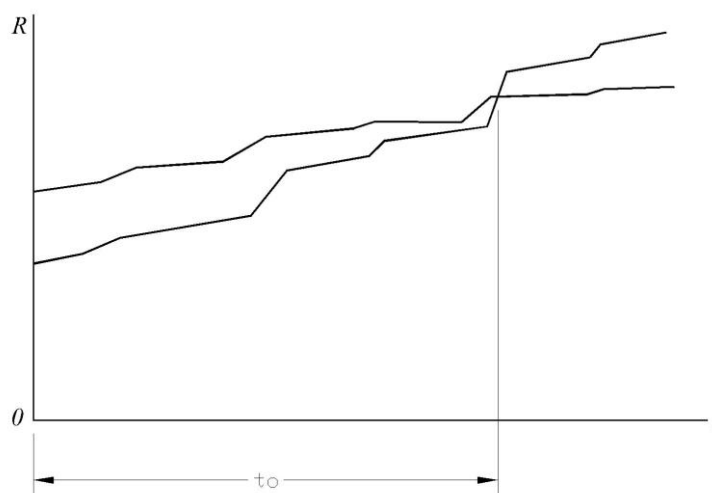


Рисунок 1.4 – Срок окупаемости по вариантам

Построение кривых дает возможность правильно и наглядно сравнивать сколько угодно вариантов между собой вместо общепринятого попарного сравнения вариантов.

При сравнении вариантов следует учитывать также влияние «морального износа» самого решения и оборудования. «Моральный износ» определяется нецелесообразностью применения устаревших решений и оборудования, которые не соответствуют высшему техническому уровню развития.

Очевидно, что при сравнении вариантов в качестве конкурирующих принимаются различные варианты, имеющие обычно одну ту общую

особенность, что все они являются современными. Однако в процессе их эксплуатации одни могут устареть быстрее, другие медленнее.

Следует сделать вывод, что предлагаемая методика сравнения вариантов применима не только для путевой инфраструктуры и для сравнения вариантов различных решений верхнего строения пути, но и для других инфраструктурных проектов.

Проанализируем методику выбора варианта верхнего строения главных путей для высоких скоростей движения поездов [139].

В указанной работе отражен основной на тот момент времени методологический подход по выбору варианта верхнего строения пути путем сравнения вариантов. Намеченные для сравнения варианты сопоставляют комплексно по техническим (обеспечение безопасности движения поездов, соответствие требованиям овладения перевозками, сроки службы элементов пути) и экономическим (капитальные вложения, эксплуатационные расходы, сроки окупаемости, приведенные расходы) показателям; в качестве дополнительных показателей привлекают: трудоемкость содержания пути, расход материалов, топлива, продолжительность «окон» и др.

В данной работе, при рассмотрении соответствия сравниваемых вариантов требованиям овладения перевозками характеризуется зависимостью веса рельсов от грузонапряженности, осевых нагрузок, скоростей движения поездов, и определяется по формулам:

$$q = 24,4^4 \sqrt{T_{o \max}} \quad (1.10)$$

$$q = 2,5 P_{\max} \quad (1.11)$$

$$q = 0,4 V_{\max} \quad (1.12)$$

где

$q$  - вес рельсов, кг/пог. м;

$T_{o \max}$  - грузонапряженность, млн. ткм. Брутто на 1 км/в год;

$P_{\max}$  - осевые нагрузки, т/о;

$V_{max}$  - скорость движения поездов, км/ч.

Из комплексного рассмотрения всех значений  $q$ , полученных из выражений (1.10) - (1.12) принимается большее, по которому выбирается стандартный тип рельса.

При проектировании ставят различные задачи выбора типа верхнего строения пути.

Если поставлена задача выбора типового (стандартного) решения пути, то намечают для сравнения 2—3 варианта.

Первый (базовый) — по грузонапряженности 5-го года эксплуатации, последующие - на более отдаленную перспективу. При назначении варианта необходимо учитывать специфику работы пути (скорости движения поездов, засоряемость балласта и др.).

Для учета изменяющихся размеров движения и эксплуатационных расходов определяют расчетные значения грузонапряженности по годам -  $T_{oi}$  и тоннажа —  $T_i$ :

$$T_{oi} = 365\alpha(n_m Q_m + n_c Q_c + n_{п} Q_{п} + n_k Q_k) \quad (1.13)$$

$$T_i = T_{01} + T_{02} + T_{03} + \dots = \sum_{i=1}^t T_{oi} \quad (1.14)$$

где 365 – число суток в году;

$n_m, n_c, n_{п}, n_k$  - число поездов в сутки разных категорий (грузовых, пассажирских и др.) в  $i$ -м году;

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий резервный пробег локомотивов и др. неучтенные пробеги;  $\alpha = 1,05 - 1,10$

$Q_m, Q_c$  и др. - средний вес поездов (с локомотивом) разных категорий;

$T_{oi}$  - грузонапряженность  $i$ -го года.

В данной работе сравнение и выбор вариантов производится по приведенным суммам строительно-эксплуатационных затрат:

$$\left. \begin{aligned} \Pi_1 &= K_1 + \sum_{t=1}^{t_p} \frac{C_t^1}{(1+E_{\text{нп}})^t} + \sum_{t=1}^{t_p} \frac{\Xi_t^1}{(1+E_{\text{нп}})^t} \\ \Pi_2 &= K_2 + \sum_{t=1}^{t_p} \frac{C_t^2}{(1+E_{\text{нп}})^t} + \sum_{t=1}^{t_p} \frac{\Xi_t^2}{(1+E_{\text{нп}})^t} \end{aligned} \right\} \quad (1.15)$$

где  $K_1, K_2$ - капитальные вложения по 1 и 2-му вариантам (стоимость капитального ремонта, при котором укладывается элемент пути в нулевом году эксплуатации);

$C_t^1, C_t^2$ - расходы на ремонты (подъемочные, средние и др.) по вариантам за  $i$ -й год;

$\mathcal{E}_t^1, \mathcal{E}_t^2$ -эксплуатационные расходы по вариантам за  $i$  -й год;

$t_p$ - период суммирования затрат расчетный период  $t_p = 20-25$  лет; но не менее

$t_p = t_{кр}$  ( $t_{кр}$ -срок следующего капитального ремонта, после которого условия работы пути повторяются);

$E_{нп}$ - норматив приведения разновременных затрат;  $E_{нп} = 0,08$ . Значение  $\eta = \frac{1}{(1+E_{нп})^t}$ .

По выражениям (1.15) строят графики (рисунок 1.5), где на оси абсцисс откладывают тоннаж или время в годах при заданной грузонапряженности, а на оси ординат — приведенные расходы, на основании которых определяют фактические сроки окупаемости  $t_{ок.факт.}$

На тот момент времени, согласно типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений 1969 г. для народного хозяйства в целом нормативный срок окупаемости был установлен в пределах 8

лет:  $t_{ок.нор.} = \frac{1}{E_n} = \frac{1}{0,12} = 8,3$  года.

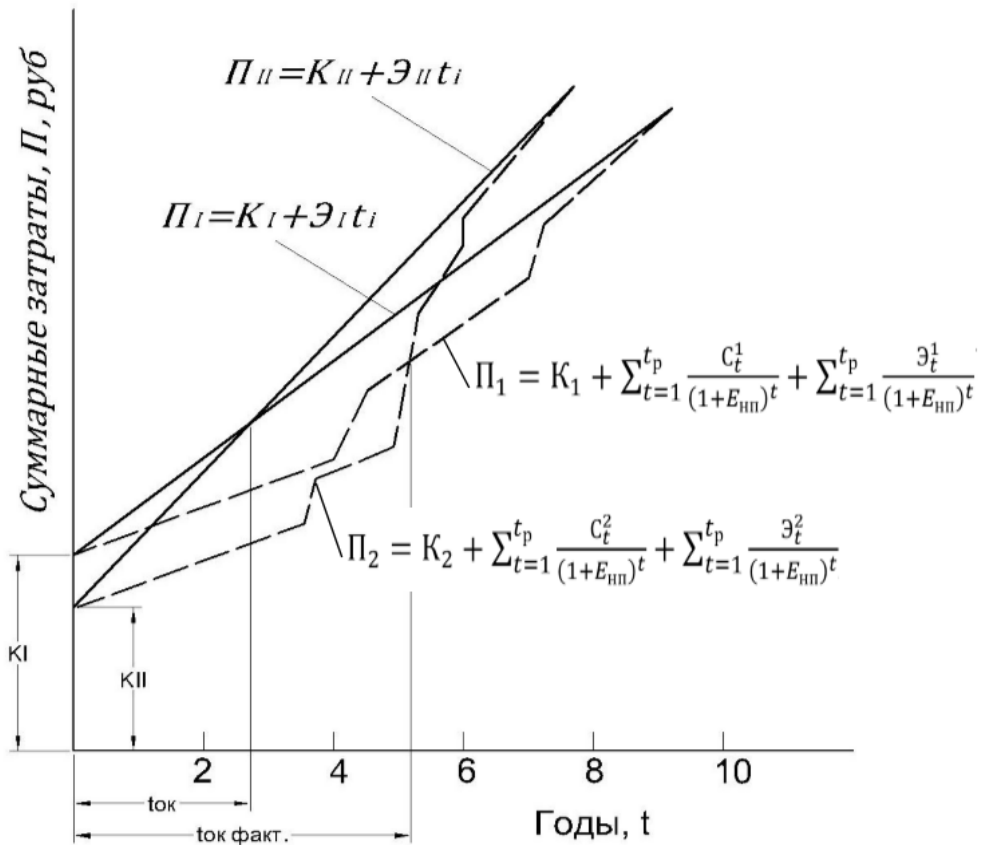


Рисунок 1.5. – Суммарные строительно-эксплуатационные расходы и сроки окупаемости

При  $t_{\text{ок.факт.}} \leq t_{\text{ок.нор.}}$  принимают вариант с бóльшими первоначальными капиталовложениями.

При ограниченности исходной информации (например, для нового нетипового варианта пути нет данных выхода из строя элементов пути от срока службы), если можно пренебречь отдалением затрат во времени и эксплуатационные расходы допустимо принять постоянными во времени, сравнивают варианты по минимуму приведенных расходов

$$E_{\text{н}} \cdot K_i + \mathcal{E}_i = \min \quad (1.16)$$

или по срокам окупаемости

$$t_{\text{ок}} = \frac{K_1 - K_2}{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}, \quad (1.17)$$

где  $K_i, K_1, K_2$  – капиталовложения по сравниваемым вариантам;

$\mathcal{E}_i, \mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$  – эксплуатационные (средние за срок службы) годовые расходы;

$E_H$ - нормативные коэффициент экономической эффективности, согласно типовой методике  $E_H = 0,12$

$t_{ок}$ - расчетный срок окупаемости.

Из геометрической интерпретации срока окупаемости видно (рисунок. 1.5), что  $t_{ок.факт.} \leq t_{ок.}$ ; при этом

$$\Pi_1 = K_1 + \mathcal{E}_1 t_i \quad (1.18)$$

$$\Pi_2 = K_2 + \mathcal{E}_2 t_i \quad (1.19)$$

$$K_1 + \mathcal{E}_1 t_{ок} = K_2 + \mathcal{E}_2 t_{ок} \quad (1.20)$$

Комплексное сравнение вариантов пути по важнейшим экономическим (приведенные расходы, сроки окупаемости) и техническим показателям (напряженное состояние, изъятие рельсов) можно проводить построением объединенных графиков  $\Pi = f(t)$ ,  $\sigma = f_1(t)$ ,  $\sum \gamma = f_2(t)$  - приведенных расходов, напряжений, выхода рельсов в зависимости от времени или тоннажа (рисунок 1.6)

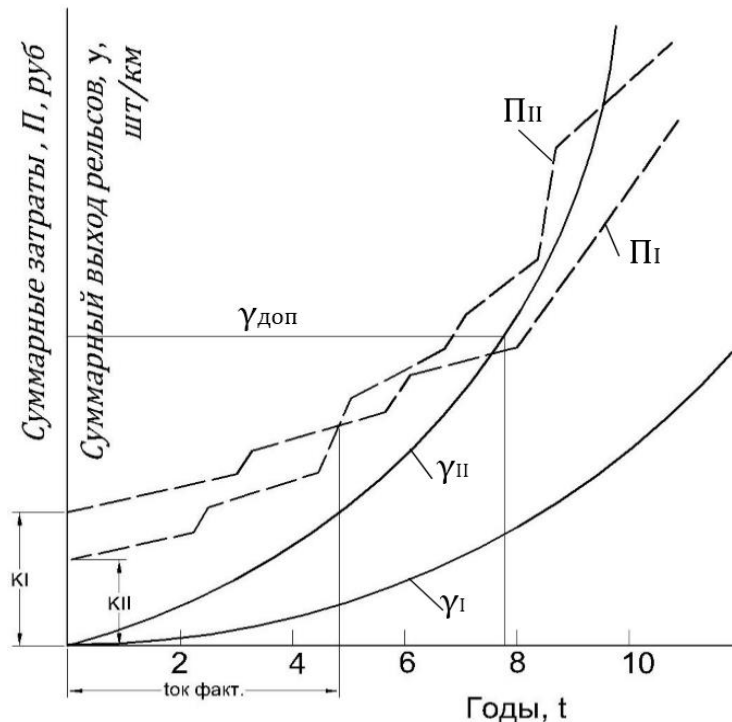


Рисунок 1.6. – Объединенный график суммарных приведенных расходов и суммарного выхода рельсов по сравниваемым вариантам верхнего строения пути

Можно сделать вывод о том, что в методике большое внимание уделено приведенным суммам строительно-эксплуатационных затрат ( $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ ) при

рассмотрении сравнительной эффективности проектов. Аналогом современной нормы дисконтирования ( $E$ ) выступает  $E_{нп}$  – норматив приведения разновременных затрат. В то же время, при рассмотрении нетиповых решений путевой инфраструктуры, в формуле 1.16, пренебрегают отдалением затрат во времени и принимают ежегодные эксплуатационные расходы постоянными во времени. Данное положение не может быть применено в рыночных условиях, особенно при динамическом методе определения показателей экономической эффективности.

Таким образом, в методиках, разработанных в условиях плановой экономики, ценными являются глубокий учет технической специфики железнодорожной инфраструктуры и возможности наглядной визуализации результатов расчетов. Принцип сравнения вариантов по суммарной величине строительно-эксплуатационных затрат близок к современному подходу, основанному на оценке стоимости жизненного цикла (СЖЦ). В то же время, эти методики в целом не соответствуют условиям рыночной, и могут использоваться лишь в рамках отдельных элементов, адаптируемых к сегодняшним условиям.

### **1.3.2 Оценка экономической эффективности эксплуатации железнодорожной инфраструктуры в условиях рыночной экономики**

Рассмотрим методики, разработанные и получившие применение в условиях рыночной экономики, то есть после 1991 года. Отличительной особенностью данных методик является применение следующих основных показателей оценки экономической эффективности проекта: ЧДД, ВВД,  $T_0$ , ИД и др. При современном подходе к решению поставленной задачи, то есть оптимизации существующих методик по оценке экономической эффективности для нужд транспортного строительства, следует рассматривать методики и рекомендации, имеющие относительно недавний срок издания. Данные методики, во-первых, включают в себя опыт прошлых изданий и достижений в рассматриваемой области и, как следствие, являются наиболее актуальными, а,



во-вторых, имеют широкое практическое применение. В рамках диссертационного исследования наиболее подробно рассматриваются следующие методики:

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Руководители: В.В.Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. Дата издания: 2000 г.
2. Методика оценки социально-экономической эффективности строительства новых железнодорожных линий общего пользования. Авторы: Пехтерев Ф.С., Лившиц В.Н., Пугачева А.А., Мачерет Д.А. и др. Дата издания: 2009 г.
3. Техничко-экономическая эффективность применения промежуточных скреплений и железобетонных шпал в различных условиях эксплуатации. Авторы: Ермаков В.М., Бекиш А.А. Дата издания: 2009г.
4. Экономическая оценка инвестиций. Авторы: Терешина Н.П., Подсорин В.А. Дата издания: 2016 г.

Следует отметить, что выбор данных методик основан на их целостности, проработанности и практической значимости для железнодорожного транспорта, возможности применения непосредственно для оценки строительства и технического перевооружения инфраструктуры железных дорог. Также, каждая из рассмотренных методик дополняет другую и делает ее более совершенной. Группировка методик из таблиц 1.1 и 1.2 представлена на рисунке 1.7.



Рисунок 1.7 – Группировка методик и рекомендаций по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов

Рассмотрим методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция [45]). Авторы: В.В.Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров и др.

В начале методических рекомендаций дано определение эффективности инвестиционного проекта, как категории, отражающей соответствие проекта целям и интересам его участников

На основании поступлений и затрат определяются различные виды эффективности инвестиционного проекта: эффективность проекта в целом и эффективность участия в проекте.

Соответственно, эффективность проекта в целом разделяется на общественную и коммерческую. Если общественная эффективность учитывает социально-экономические последствия осуществления ИП для общества в целом, то коммерческая эффективность и ее показатели учитывают финансовые последствия осуществления ИП для конкретного участника.

В методических рекомендациях делается акцент и на эффективность участия в проекте.

Отличительной особенностью работы является наличие принципов, положенных в основу оценок эффективности ИП, применимых к любым типам проектов, независимо от их технических, технологических, финансовых, отраслевых или региональных особенностей:

- рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла;
- моделирование денежных потоков;
- сопоставимость условий сравнения;
- принцип положительности и максимума эффекта;
- учет фактора времени;
- учет только предстоящих затрат и поступлений;
- сравнение вариантов "с проектом" и "без проекта";
- учет всех наиболее существенных последствий проекта;
- учет наличия разных участников проекта;

- многоэтапность оценки;
- учет влияния на эффективность ИП потребности в оборотном капитале;
- учет влияния инфляции;
- учет (в количественной форме) влияния неопределенности и рисков.

В рекомендациях комплексно сформулированы показатели эффективности ИП. Такие показатели, как чистый дисконтированный доход, чистый доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости и т.д., являются едиными для методик, относящихся к условиям рыночной экономики, поэтому, в рамках производимого анализа в I главе исследования, они интегрированы в единую таблицу – таблицу 1.3.

В рассматриваемой работе также расширено понимание некоторых основных показателей оценки экономической эффективности ИП. К примеру, для оценки эффективности ИП за первые  $k$  шагов расчетного периода рекомендуется использовать следующие показатели: текущий чистый доход (накопленное сальдо), текущий чистый дисконтированный доход (накопленное дисконтированное сальдо), текущую внутреннюю норму доходности (текущая ВНД).

Срок окупаемости приводится как «простой», так и с учетом дисконтирования. Также в работе обозначен «момент окупаемости» и «момент окупаемости с учетом дисконтирования».

Обозначен показатель, связанный с потребностью в дополнительном финансировании (ПФ) или «капитал риска», определяемый как максимальное значение абсолютной величины отрицательного накопленного сальдо от инвестиционной и операционной деятельности. Возможен также показатель – «потребность в дополнительном финансировании с учетом дисконтирования» (ДПФ).

Также в работе описан расчет индекса доходности, как статистического показателя (без дисконтирования), так и с учетом дисконтирования по затратам и инвестициям.

Рассмотрим «Методику оценки социально-экономической эффективности строительства новых железнодорожных линий общего пользования» (далее Методика) [73].

Методика предназначена для использования при выполнении оценок социально-экономической эффективности проектов строительства новых железнодорожных линий общего пользования и обоснования целесообразности государственного участия в реализации (финансировании) указанных проектов. Методика рассматривает железнодорожные линии, отнесенные «Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» к 6 категориям:

- стратегические линии, предназначенные для укрепления транспортной целостности Российской Федерации;
- социально значимые линии, предназначенные для улучшения транспортного обслуживания населения и регионов;
- грузообразующие линии, предназначенные для транспортного обеспечения развития новых месторождений полезных ископаемых и промышленных зон;
- технологические линии, предназначенные для оптимизации железнодорожной сети в целях развития хозяйственных и межрегиональных связей;
- высокоскоростные линии, предназначенные для перевозки пассажиров со скоростью до 350 км/ч;
- модернизируемые действующие линии, предназначенные для освоения прогнозных объемов перевозок и организации скоростного пассажирского движения.

В качестве нормативно-методической базы Методики используются: «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (вторая редакция), официальные материалы (статистическая отчетность, прогнозы социально-экономических параметров развития Российской Федерации и др.)

Отмечается, что реализация проектов строительства новых железнодорожных линий обеспечивает достижение ряда экономических целей, генерацию эффектов (включая отрицательные), различающихся по степени их социально-экономической значимости для страны в целом, отдельных регионов, отраслей, участников проекта. Отдельные цели, эффекты могут достигаться, генерироваться только при строительстве и последующей эксплуатации железнодорожных линий определенных категорий.

Особое внимание в Методике уделяется учету внешних эффектов. Они делятся на эффекты, которые можно оценить в стоимостной форме и эффекты, которые нельзя выразить в денежных единицах. В свою очередь, последние разделяются на эффекты, имеющие количественное выражение и эффекты, описываемые только на качественном уровне. При этом отмечается важность всестороннего учета внешних эффектов, особенно выраженных в стоимостной форме. В то же время, одной из задач Методики является систематизация и развитие подходов к учету внешних эффектов, описываемых только на качественном уровне. Предложена следующая классификация внешних эффектов:

- экономические внешние эффекты;
- социальные внешние эффекты;
- экологические внешние эффекты.

В основу оценок социально-экономической и бюджетной эффективности проектов строительства новых железнодорожных линий положены следующие принципы:

1. Принцип законченности представляемых для расчетов данных.
2. Принцип временной завершенности расчетов.
3. Принцип системности.
4. Принцип учета всех наиболее существенных последствий реализации проекта.
5. Принцип сравнения «с проектом» и «без проекта».
6. Принцип моделирования денежных потоков.
7. Принцип максимизации интегрального эффекта.

8. Принцип всестороннего учета фактора времени.
9. Принцип учета только предстоящих затрат и результатов.
10. Принцип сопоставимости условий сравнения различных проектов (вариантов проекта).
11. Принцип субоптимизации.
12. Принцип многоэтапности оценки.
13. Принцип учета влияния инфляции.
14. Принцип учета (в количественной форме) влияния неопределенностей и рисков.

В Методике анализируется структура внутренних денежных потоков проекта. Они связаны с движением денежных средств в рамках проекта в связи с инвестиционной, операционной и финансовой деятельностью его участников.

При рассмотрении потоков от инвестиционной деятельности в качестве оттока включаются затраты:

- на проектные работы;
- по созданию и вводу в эксплуатацию новых основных средств;
- на ликвидацию или возмещение выбывающих существующих основных средств;
- на освоение земельного участка;
- на покупку основных средств;
- на строительство объектов внешней инфраструктуры и др.;
- на формирование оборотных средств;
- ущерб, связанный с передачей данному проекту существующего имущества участников проекта.

В качестве денежного притока от инвестиционной деятельности учитываются:

- поступления от продажи используемого в проекте имущества;
- уменьшение оборотного капитала проекта.

В денежных потоках по операционной деятельности учитываются все виды текущих доходов и расходов проекта.

Особенностью потоков от финансовой деятельности является то, что при расчетах социально-экономической эффективности из потока денежных средств, характеризующих схему финансирования проекта, исключаются притоки и оттоки, связанные с получением кредитов, выплатой процентов по ним и их погашением, предоставленными субсидиями, дотациями, налоговыми и другими трансфертными платежами, при которых финансовые ресурсы передаются от одного экономического субъекта государства – другому (включая государственные организации и бюджеты всех уровней).

Внешние эффекты, которые можно оценить в деньгах, непосредственно включаются в расчеты социально-экономической эффективности проекта в виде дополнительных денежных притоков и оттоков и оцениваются:

- прямым счетом на основе данных, полученных от разработчиков проекта;
- прямым счетом на основе данных, генерируемых в процессе оценки общественной эффективности;
- с помощью процедуры экспертных оценок.

Наиболее значимые внешние экономические эффекты, связанные с реализацией проекта строительства новой железнодорожной линии, заключаются в формировании дополнительной прибыли промышленных предприятий, предприятий торговли и потребительских услуг, сырьевых компаний, логистических операторов и др. Также, возможен прирост стоимости участков земли и коммерческой недвижимости, доходов региональных и федерального бюджетов и др.

Наиболее значимые внешние социальные эффекты, связанные с реализацией проекта строительства новой железнодорожной линии, заключаются в изменении денежных доходов населения, в росте уровня жизни и сокращении заболеваемости в регионе, экономии затрат населения на поездки и продукты питания и непродовольственные товары, увеличение расходов региональных бюджетов и др.

Наиболее значимые внешние экологические эффекты, связанные с реализацией проекта строительства новой железнодорожной линии, заключаются



в денежной оценке ущерба от вредных выбросов в атмосферу, загрязнения почв и водоемов, негативного влияния воздействия физических факторов (шум, вибрация, электромагнитное излучение) и др.

К наиболее значимым экономическим эффектам, не имеющим стоимостного выражения, отнесены: повышение стабильности и социально-экономической значимости регионов влияния проекта, укрепление социально-территориальной целостности Российской Федерации, увеличение транспортной доступности, расширение торгового обмена, увеличение территориальной маневренности вооруженных сил и др.

По нашему мнению, в рамках совершенствования Методики целесообразно исследовать возможность придания стоимостного выражения части перечисленных эффектов.

В Методике неполнота или неточность информации об условиях реализации проекта предполагает возможность различных сценариев его реализации. Под сценарием понимается непротиворечивая комбинация всех параметров проекта и его экономического окружения, определяющая денежные потоки проекта.

В целях учета факторов неопределенности и риска в расчетах общественной эффективности проекта производятся: анализ чувствительности проекта к изменению отдельных параметров проекта и анализ наиболее рискованных для общества сценариев реализации проекта.

При расчете бюджетной эффективности проекта строительства новой железнодорожной линии производится расчет эффективности инвестиций в новую железную дорогу для консолидированного бюджета. Данный вид бюджетной эффективности актуален ввиду наличия многочисленных притоков и оттоков денежных средств в бюджеты всех уровней которые формируют налоги, акцизы, пошлины, сборы, лицензирование, конкурсы и тендеры, комиссионные платежи, страховые взносы и др.

Показатели социально-экономической эффективности проектов строительства новых железнодорожных линий соответствуют общему подходу к оценке эффективности инвестиций и включают такие показатели, как чистый

общественный дисконтированный доход (ЧОДД), внутренняя общественная норма доходности (ВОНД), индексы общественной доходности затрат и инвестиций (ИОД) и срок окупаемости ( $T_0$ ).

Алгоритмы расчета этих показателей (формулы расчета) инвариантны для всех видов эффективности и при обычно принимаемых допущениях:

- длина всех шагов равна 1 году;
- ставка дисконта по шагам не меняется;
- притоки и оттоки приведены в дефлированных ценах и отнесены к концу года;
- рассматривается некоторый известный фиксированный сценарий, т.е. риск и неопределенность отсутствуют.

Основным экономическим нормативом, используемым при дисконтировании, является ставка дисконта  $E$ .

Если на каждом шаге денежные потоки осуществляются в разные моменты времени, то для приближенной оценки эффективности проекта рекомендуется использовать один из следующих способов:

- считать денежные потоки каждого шага относящимися к концу этого шага (в этом случае удобно в качестве момента приведения  $t^0$  выбрать конец шага 0);
- считать денежные потоки каждого шага относящимися к началу этого шага (в этом случае удобно в качестве момента приведения  $t^0$  выбрать начало шага 0);
- считать денежные потоки каждого шага относящимися к середине этого шага (в этом случае удобно в качестве момента приведения  $t^0$  выбрать середину шага 0).

При каждом из этих способов коэффициент дисконтирования для шага 0 равен 1 (т.е. дисконтированные показатели совпадают с недисконтированными).

Ставка дисконта ( $E$ ) является основным экономическим нормативом, используемым при оценке эффективности инвестиционного проекта. В общем случае она отражает доходность альтернативных и доступных для субъекта

направлений инвестирования и темп падения ценности денег на рассматриваемом шаге. При правильном выборе ставки дисконта получение участником проекта чистого дохода в некоторый момент времени будет для этого участника эквивалентно получению соответствующего дисконтированного дохода в момент приведения  $t^0$ . С течением времени ставки дисконтирования могут меняться. Поэтому, по нашему мнению, при оценке проектов, рассчитанных на длительную перспективу (долгосрочные инвестиционные проекты), целесообразно использовать переменные во времени ставки дисконта. Коэффициенты дисконтирования в этом случае определяются по формуле:

$$\alpha_m = \frac{1}{(1+E_0)^{\Delta_0} \dots (1+E_m)^{\Delta_m}} \quad (1.21)$$

где,  $E_0, \dots, E_m$  — ставки дисконта соответственно на 0-ом, ...,  $m$ -ом шагах;

$\Delta_0, \dots, \Delta_m$  — длительности этих шагов в годах или долях года;

При расчетах показателей социально-экономической эффективности используется безрисковая социальная (общественная) ставка дисконта, характеризующая минимальные требования общества к общественной эффективности инвестиций ( $E_c$ ), к уровню прибыльности рассматриваемого инвестиционного проекта и определяемая с учетом параметров прогнозов социально-экономического развития страны. Она считается государственным параметром и должна устанавливаться централизованно в увязке с прогнозами экономического и социального развития страны

При отсутствии официальных рекомендаций по величине социальной нормы дисконта, она может быть равной величине безрисковой коммерческой ставки дисконта, принимаемой при выполнении оценки коммерческой эффективности рассматриваемого инвестиционного проекта в целом (практически  $E=0,05-0,1$ ). Риски при этом можно учесть с помощью соответствующей корректировки потоков.

Важное значение имеет работа «Технико-экономическая эффективность применения промежуточных скреплений и железобетонных шпал в различных условиях эксплуатации» [18].

В работе отмечается, что для успешного внедрения в разнообразных условиях эксплуатации железных дорог России новых вариантов скреплений и шпал необходимо и в настоящий момент весьма актуально технико-экономическое обоснование сфер их наиболее эффективного применения. Задача заключается в выборе лучшего из нескольких (двух и более) вариантов элементов пути (скреплений и шпал) для заданных условий эксплуатации на основании их технико-экономического сравнения. В качестве основного критерия экономической эффективности вариантов железобетонных шпал и промежуточных скреплений в заданных условиях эксплуатации определяется минимум совокупных затрат в части, зависящей от шпал и скреплений, на устройство и техническое обслуживание верхнего строения пути в течение его жизненного цикла. При этом продолжительность жизненного цикла принимается равной сроку между усиленными капитальными ремонтами (реконструкциями) пути.

Следует отметить, что данная работа и применяемая в ней методика расчета имеют весьма тесную связь с применением инновационных решений при оценке экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры.

При решении задачи сравниваются, в одинаковых условиях эксплуатации, два варианта верхнего строения пути, отличающиеся типом шпал и промежуточных скреплений (при количестве вариантов больше двух производится сравнение каждого из вариантов с базовым). Для выбора лучшего варианта используются показатели сравнительной экономической эффективности, которые учитывают лишь изменяющиеся в сравниваемых вариантах части стоимости. Сравнительная эффективность применения новых вариантов промежуточных скреплений и железобетонных шпал определяется в соответствии с действующими нормативами и методическими рекомендациями [45]. При сравнении вариантов для выбора лучшего определяются следующие показатели:

сравнительная величина интегрального экономического эффекта ( $\mathcal{E}_{\text{инт}}$ ) и срок окупаемости дополнительных инвестиций ( $T_{\text{ок}}$ ). Экономические результаты в сравниваемых вариантах отличаются только величиной эксплуатационных расходов, периодических единовременных затрат и остаточной стоимости железобетонных шпал, и промежуточных скреплений. Поэтому, применительно к рассматриваемому случаю, сравнительный интегральный эффект может быть определен по приведенной ниже формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^{T_p} (C_{\text{II}} - C_{\text{I}}) \alpha_t + (K_{\text{укII}} - K_{\text{укI}}) \alpha_t + \sum (K_{\text{срII}} - K_{\text{срI}}) \alpha_{\text{тср}} + \\ \sum (K_{\text{вII}} - K_{\text{вI}}) \alpha_{\text{тв}} + (K_{\text{осI}} - K_{\text{осII}}) \alpha_{\text{тос}} = \sum_{t=0}^{T_p} \Delta C \alpha_t + \Delta K_{\text{ук}} \alpha_{\text{тук}} + \sum \Delta K_{\text{ср}} \alpha_{\text{тср}} + \\ \sum \Delta K_{\text{в}} \alpha_{\text{тв}} + \Delta K_{\text{ос}} \alpha_{\text{тос}} \end{aligned} \quad (1.22)$$

где  $T_p$  - продолжительность расчетного периода, равная, как правило, продолжительности жизненного цикла верхнего строения, в годах (при разной продолжительности жизненного цикла в сравниваемых вариантах расчетный период  $T_p$  принимается равным большей из двух, но не должен выходить за пределы надежного прогнозирования результатов и затрат);  $t$  - шаг расчета (один год);

$C_{\text{I}}$ ,  $C_{\text{II}}$  - годовые эксплуатационные расходы в сравниваемых вариантах, соответственно в первом и втором (примем  $C_{\text{II}} > C_{\text{I}}$ , а условия эксплуатации считаем неизменными в течение всего расчетного периода, и соответственно постоянными в течение этого периода будут расходы  $C_{\text{I}}$  и  $C_{\text{II}}$ ), тыс. руб./км;

$\Delta C = C_{\text{II}} - C_{\text{I}}$  - экономический результат или годовой текущий эффект, определяемый как разность эксплуатационных расходов по вариантам в части, зависящей от строения пути (также будет постоянным в течение всего расчетного периода), тыс. руб./км;

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t} \quad (1.23)$$

$\alpha_t$  - коэффициент дисконтирования;  $E$  - норма дисконта;

$K_{\text{ук}}$ ,  $K_{\text{ср}}$ ,  $K_{\text{в}}$  - периодические единовременные затраты в сравниваемых вариантах или соответственно стоимость одного километра усиленного

капитального ремонта (реконструкции), среднего ремонта и планово-предупредительной выправки пути, тыс. руб./км;

$K_{oc}$  - приходящаяся на один километр пути в сравниваемых вариантах остаточная стоимость железобетонных шпал и промежуточных креплений по истечении жизненного цикла верхнего строения, тыс. руб./км;

$\Delta K_{ук}$ ,  $\Delta K_{ср}$ ,  $\Delta K_{в}$ ,  $\Delta K_{oc}$  - дополнительные единовременные затраты (или экономические результаты) в сравниваемых вариантах, определяемые как разность соответственно стоимости усиленных капитальных, средних ремонтов, планово-предупредительной выправки пути, остаточной стоимости шпал и креплений в этих вариантах;

$\alpha_{тук}$ ,  $\alpha_{тср}$ ,  $\alpha_{тв}$ ,  $\alpha_{тоc}$  - коэффициенты дисконтирования для шага расчета (года), в котором осуществляются периодические единовременные затраты соответственно на усиленный капитальный, средний ремонты, планово-предупредительную выправку пути, происходит возврат остаточной стоимости шпал и креплений.

В данной методике сравнения вариантов, также, как и во всех рассмотренных в диссертации методиках (разработанных после 1991 г.), приведение результатов и затрат, осуществляемых на различных шагах расчета  $t$ , к началу первого года расчета, производится с помощью коэффициента дисконтирования. В расчете используются текущие цены (цены начального момента времени) и принимаются постоянными на весь расчетный период. Отмечается, что таким образом, при определении величины результатов и затрат на различных шагах расчета  $t$  уровень инфляции не учитывается. Соответственно не учитывается уровень инфляции и в норме дисконта  $E$  (в общем случае норма  $E$  представляет собой требуемую отдачу на вкладываемый капитал с учетом инфляции и риска инвестиций). Отечественная практика расчетов прошлых лет показывает, что в российских условиях минимальная величина нормы дисконта  $E$  (без учета инфляции) при оценке эффективности вариантов пути должна приниматься не менее 8-10%. В существующих условиях рекомендуемая на

основании опыта аналогичных расчетов с учетом риска инвестиций норма дисконта  $E$  должна быть не менее 15%.

Срок окупаемости дополнительных инвестиций представляется как период времени, за который эти затраты на более дорогостоящий вариант окупаются за счет прироста экономических результатов, обусловленных реализацией инвестиций. Расчетный срок окупаемости  $T_{ок}$  определяется из равенства

$$(K_{укI} - K_{укII})\alpha_{тук} = \sum_{t=0}^{T_{ок}} \Delta C \alpha_t + \sum_{t=0}^{T_{ок}} \Delta K_i \alpha_{ti} \quad (1.24)$$

где  $\Delta K_i$  - единовременные экономические результаты (или дополнительные затраты), имеющие место в сравниваемых вариантах в течение срока окупаемости (выполнение планово-предупредительных выработок, средних ремонтов пути, возврат остаточной стоимости шпал и креплений);

$\alpha_{ti}$  - коэффициент дисконтирования для шага расчета (года), с указанными выше единовременными экономическими результатами или дополнительными затратами.

Критерием признания лучшим варианта I является положительная величина сравнительного интегрального эффекта ( $\mathcal{E}_{инт} > 0$ ). Кроме того, расчетное значение срока окупаемости  $T_{ок}$  сравнивают с его нормативным значением  $T_{ок}^H = \frac{1}{E}$ . Дополнительные инвестиции могут быть оправданы лишь тогда, когда расчетный срок их окупаемости не превышает нормативного значения, то есть более капиталоемкий вариант выбирается при  $T_{ок} < T_{ок}^H$ .

В соответствии с действующими на железных дорогах России нормативами, в течение жизненного цикла пути, равного межремонтному сроку между усиленными капитальными (УК), капитальными ремонтами или реконструкциями, выполняются планово-предупредительные (В), средние (СР) и средний со сплошной заменой рельсов (СР(Р)) ремонты пути. Очевидно, что для корректности сравнения технологии выполнения этих ремонтов в сравниваемых вариантах должны приниматься одинаковыми и соответствующими действующим на российских железных дорогах технологическим процессам.

Стоимость УК, СР(Р), СР и В ремонтов сравниваемых вариантов пути определяют по калькуляциям стоимости этих видов ремонта, составленным в текущих ценах на основании рабочих технологических процессов. Для широко применяющихся элементов пути могут быть использованы составленные железной дорогой на основании опыта эксплуатации калькуляции стоимости соответствующих видов ремонта пути. При определении стоимости УК, СР(Р), СР и В, в случае отсутствия необходимого опыта эксплуатации, указанные выше калькуляции корректируют в части прямых затрат, накладных и прочих расходов. Для этого выполняют анализ технологических процессов этих видов ремонта пути и корректируют лишь изменяющуюся по вариантам (из-за отличий в шпалах и промежуточных скреплениях) часть стоимости.

Далее в работе рассмотрено определение эксплуатационных расходов. Годовые эксплуатационные расходы в сравниваемых вариантах определяются по формуле:

$$C = C_{\text{тс}} + C_{\text{м}} + C_{\text{пр}} \quad (1.25)$$

где  $C_{\text{тс}}$  - расходы на оплату труда работников, занятых текущим содержанием пути, руб./км;

$C_{\text{м}}$  - расходы на материалы верхнего строения пути, заменяемые при его текущем содержании, руб./км;

$C_{\text{пр}}$  - прочие расходы, руб./км.

При определении экономии расходов на текущее содержание пути ( $C_{\text{тс}}$ ,  $C_{\text{м}}$ ) учитывается только изменяющаяся в сравниваемых вариантах их часть, зависящая от варианта промежуточных скреплений и шпал.

Расходы  $C_{\text{тс}}$  определяются по формуле:

$$C_{\text{тс}} = 12 P_{\text{тс}} \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{р}} \cdot H_{\text{р}} \quad (1.26)$$

где 12 - количество месяцев в году;

$P_{\text{тс}}$  - среднемесячная ставка одного монтера пути на участке с заданными условиями эксплуатации, руб.;



$k_n$  - коэффициент, учитывающий основные общие для всех отраслей хозяйства железных дорог и общехозяйственные расходы ( $k_n = 1,8-2$ );

$k_p$  - коэффициент, учитывающий район работ (для центральных областей России  $k_p = 1$ );

$N_p$  — расчетная норма затрат труда на текущее содержание одного километра пути в год, человек в год (для пути со скреплением КБ и шпалами Ш1 определяется по нормам Приказа МГТС № 8Ц от 03.04.1997 года «О нормативах труда на текущее содержание пути и стимулировании его качества», для других решений - на основании анализа имеющихся норм и опыта эксплуатации). Расходы  $C_m$  определяются по формуле:

$$C_m = \sum_{i=1}^K M_i \cdot C_i \quad (1.27)$$

где  $M_i$  - расход материалов  $i$ -го вида (элементов промежуточных скреплений, шпал и др.) при текущем содержании пути, штук на один километр в год (определяется на основании анализа эксплуатационных наблюдений и испытаний, имеющихся норм расхода материалов);

$C_i$  - единичная стоимость материала  $i$ -го вида (принимается равной действующим на данный момент ценам на железной дороге).

В затратах  $C_{пр}$  учитываются дополнительные экономические эффекты (например, уменьшение сопротивления движению поезда), определить которые с приемлемой точностью расчетным путем иногда сложно [17].

В работе «Экономическая оценка инвестиций» [122] приводится обширная теоретическая база по эффективности инвестиций, определяемой сопоставлением полезного результата, полученного в ходе реализации инвестиционного проекта, и инвестиционных затрат, его обусловивших.

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

Инвестиционные затраты включают в себя затраты: на осуществление технико-экономических исследований инвестиционных возможностей, разработку ТЭО, бизнес-плана реализации инвестиционного проекта; на выполнение научно-исследовательских работ, разработку проектно-сметной документации, выполнение проектно-изыскательских работ; на приобретение подвижного состава и оборудования; на строительные-монтажные работы и т.п.

Для характеристики различных сторон инвестиционного проекта используются следующие виды эффекта: экономический, технический, научно-технический, социальный, экологический.

Эффективность инвестиционных проектов влияет на эффективность хозяйственной деятельности компании в целом вследствие использования их результатов в производственном или управленческом процессе, либо продажи их результатов сторонним компаниям [80]. Факторами, влияющими на эффективность инвестиционных проектов, являются увеличение доходов (выручки); экономия текущих расходов; сокращение капитальных вложений.

В экономической литературе разделяют показатели экономического эффекта и экономической эффективности инвестиций.

Помимо стандартных принципов оценки (рассмотрены более подробно в работе [45]) выделяют также более углубленную классификацию принципов оценки эффективности инвестиций. Например, классификация, изложенная в работе «Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика», написанном коллективом авторов Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. В данной работе принципы оценки эффективности разделены на три группы:

1) методологические, наиболее общие, обеспечивающие при их применении рациональное поведение экономических субъектов независимо от характера и целей проекта;

2) методические, обеспечивающие экономическую обоснованность оценок эффективности проектов и решений, принимаемых на их основе;

3) операционные, соблюдение которых облегчит и упростит процедуру оценок эффективности проектов и обеспечит необходимую точность оценок.

К методологическим принципам оценки эффективности инвестиционных проектов относят: измеримость, сравнимость, выгодность, согласованность интересов, платность ресурсов, не-отрицательность и максимум эффекта, системность, комплексность, неопровергаемость методов.

К методическим принципам оценки эффективности инвестиционных проектов относят: сравнение ситуаций «с проектом» и «без проекта», уникальность, субоптимизация, неуправляемость прошлого, динамичность, временная ценность денег, неполнота информации, структура капитала, многовалютность.

К операциональным принципам оценки эффективности инвестиционных проектов относят: взаимосвязь параметров, моделирование, организационно-экономический механизм реализации проекта, многостадийность оценки, информационную и методическую согласованность, симплификация.

В работе также сделан акцент на процедуру дисконтирования. Дисконтирование денежных потоков – это процедура приведения их разновременных (относящихся к разным шагам расчета) значений к их ценности на определенный момент времени. Основной причиной применения данной процедуры к денежным потокам в экономических расчетах эффективности инвестиционных проектов является их неодинаковая ценность в разные периоды времени, определяемая, в первую очередь, действием объективных экономических законов (спроса и предложения, конкуренции и т.п.), а не инфляцией, как кажется на первый взгляд.

Следует отметить значительное влияние на величину коэффициента дисконтирования нормы дисконта. Таким образом, важным экономическим нормативом, используемым при дисконтировании денежных потоков, является норма дисконта ( $E$ ). Она выражается в долях единицы или в процентах в год. Норма дисконта – экзогенно задаваемый основной экономический норматив, используемый при оценке эффективности проектов.

Как правило, при оценке эффективности инвестиционных проектов используется неизменная во времени (постоянная) норма дисконта. Это связано

со сложностью обоснования ее величины, а также детерминируемым отношением инвесторов к требуемой норме прибыли.

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

В зависимости от уровня инвестора различают следующие нормы дисконта:

- коммерческая норма дисконта – используется при оценке коммерческой эффективности проекта; определяется с учетом альтернативной (т.е. связанной с другими проектами) эффективности использования капитала;

- социальная (общественная) норма дисконта – используется при расчетах показателей общественной эффективности и характеризует минимальные требования общества к общественной эффективности проектов;

- бюджетная норма дисконта – используется при расчетах показателей бюджетной эффективности и отражает альтернативную стоимость бюджетных средств.

Нормы дисконта для определения показателей общей и сравнительной эффективности различаются по своему экономическому содержанию, хотя в абсолютном значении могут совпадать. Норма дисконта при определении показателей общей эффективности должна отражать альтернативную стоимость использования всех затрачиваемых ресурсов, в то время как норма дисконта для определения показателей сравнительной эффективности должна характеризовать альтернативную стоимость использования дополнительных ресурсов. На практике нормы дисконта для определения показателей общей и сравнительной эффективности по своему абсолютному значению совпадают.

Норма дисконта, отражающая альтернативную стоимость капитала, зависит от возможностей использования капитала. Наиболее распространенными являются следующие методы обоснования нормы дисконта:

1. Средневзвешенная стоимость капитала;
2. Процент по заемному капиталу;
3. Ставка по безопасным вложениям;
4. Ставка по безопасным вложениям с поправкой на риск;
5. Комбинация ставки с поправкой на риск и средневзвешенной стоимости капитала;
6. Метод кумулятивного построения (метод суммирования);
7. Метод рыночной выжимки (экстракции);
8. Экспертные методы определения нормы дисконта;
9. Графический метод.

В работе отмечено, что в зависимости от использования процедуры дисконтирования денежных потоков при расчете показателей эффективности инвестиционных проектов они могут быть дифференцированы по группам, приведенным в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Дифференциация показателей эффективности в зависимости от использования дисконтирования денежных потоков при их расчете

| <b>Принцип определения показателя эффективности</b> | <b>Показатель эффективности без использования дисконтирования денежных потоков</b> | <b>Показатель эффективности с использованием дисконтирования денежных потоков</b> |
|---|--|---|
| Разница эффекта и инвестиционных затрат             | Чистый доход   | Чистый дисконтированный доход (интегральный эффект)                               |
| Соотношение эффекта и инвестиционных затрат         | Коэффициент общей эффективности  | Внутренняя норма доходности. Модифицированная внутренняя норма доходности         |
| Соотношение инвестиционных затрат и эффекта         | Срок окупаемости   | Срок окупаемости с учетом дисконтирования (дисконтированный срок окупаемости)     |
| Соотношение результата и инвестиционных затрат      | Индекс доходности инвестиций   | Индекс доходности дисконтированных инвестиций                                     |

Таким образом, использование нормы дисконта в экономических расчетах показателей эффективности инвестиционных проектов позволяет учесть

важнейший экономический фактор – фактор времени. Следует отметить, что обоснование нормы дисконта является ключевым этапом при оценке эффективности инвестиционного проекта, от которого зависит принятие или отвержение предложений по реализации инвестиционных проектов. Завышение нормы дисконта может привести к признанию неэффективными проектов, которые необходимы для развития компании, а ее занижение – к усложнению процедуры оптимизации инвестиционного портфеля компании [122].

#### **1.4 Сравнительный анализ методик оценки экономической эффективности создания железнодорожной инфраструктуры**

Как следует из п. 1.3 и из таблицы 1.2, методики оценки экономической эффективности следует разделять на два временных периода: первый – период планового ведения народного хозяйства (до 1991 г.), второй – рыночные условия (1991 г.). Методики относящиеся к этим двум периодам не могут быть полностью сравнимы между собой, так как подразумевают различный экономический механизм и инструментарий. Однако, и тот и другой периоды могут быть проанализированы на рациональность технико-экономических решений, в особенности по оценке экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных решений.

Анализ преимуществ и недостатков рассмотренных ранее методик, выполнен с учетом сравнения их с актуальными экономическими стандартами и инструментами расчета.

Рассмотрим сильные стороны методик. К преимуществам методик первого периода рассмотрения (работы [112, 126, 137, 139] в таблице 1.2) стоит отнести простоту и однотипность рассматриваемых технических решений. В то время инфраструктура железных дорог и путевая инфраструктура, в частности, имели масштабную типизацию. Все элементы пути были унифицированы и использовались многие годы без учета «морального» износа. Все составляющие

верхнего строения пути были отечественного производства, а научной проработкой вопроса и совершенствованием элементов пути занимались в основном две организации – МИИТ и ВНИИЖТ. В таких условиях, когда стандартная шпала или брус – из дерева, крепление – костыльное, а балласт – щебеночный, довольно несложно описать методику выбора наиболее эффективного варианта пути. Вопрос оценки экономической эффективности при выборе варианта пути получил более углубленное развитие с широким распространением железобетонных шпал, как инновационного решения (со второй половины XX века). Как итог, усложнение верхнего строения пути дало начало более детальной проработке методик по выбору наиболее эффективного решения конкретного элемента путевой инфраструктуры.

В работе Г.М. Шахунянца [137] выделяется такой показатель, как «моральный износ» инфраструктурного решения, и приводится его расчет в стоимостном выражении. Данный показатель целесообразно использовать для контроля использования технического решения в процессе его эксплуатации. Т.е. определять соответствие используемого элемента высшему уровню технического развития. Также в работе рассмотрены проблемные вопросы, возникающие с приведением разновременных затрат к одному моменту времени. Подробно рассматривается методология оценки эффективности с применением модифицированного срока окупаемости.

В работе [139] достаточно полно представлена методика сравнительной экономической эффективности. Методический подход, описываемый авторами, актуален и для сегодняшних технико-экономических расчетов. Несмотря на ориентацию методики на ведение планового хозяйства,  $E_{\text{нп}}$  в расчетах выполняет функцию ставки дисконтирования при рыночных экономических реалиях.

В работе [126] подробно рассмотрен вопрос оценки экономической эффективности при внедрения нового технического решения. Проанализированы стадии производства и эксплуатации, а также, решается вопрос приведения разновременных затрат при сравнении технических решений.

Сильными сторонами работ [7, 14, 18, 28, 39, 43, 44, 73, 75, 122] (таблица 1.2) являются: современный подход к оценке эффективности реализации инвестиционных проектов, учет большинства необходимых показателей (такие как ЧДД, ВНД,  $T_0$  и др.) и рассмотрение различные вариантов реализации верхнего строения пути.

В работе [39] комплексно рассмотрена методика по сравнению затрат межремонтного периода. Расчет ведется с применением дисконтирования и с участием основных показателей экономической эффективности.

В работе [14] подробно рассмотрены показатели как общей, так и сравнительной экономической эффективности. Приведены расчеты для учета фактора времени при рассмотрении инвестиционного проекта и фактора риска в период жизненного цикла объекта инвестиций. Дано частичное обоснование для определения ставки дисконтирования.

В работе [73] более подробно, чем в других работах, рассмотрен выбор нормы дисконтирования ( $E$ ) для ее использовании при дисконтировании денежных потоков. Особое внимание уделяется долгосрочным проектам. В связи с этим приводится расчетная формула для нахождения переменной во времени нормы дисконтирования, применение которой будет более объективно отображать полученные результаты на долгосрочный период.

Работа [18] является непосредственно специализированной для расчета технико-экономической эффективности применения подрельсового основания в различных условиях эксплуатации. При расчете интегрального показателя ( $\mathcal{E}_{\text{инт}}$ ), учитываются только издержки, связанные с мероприятиями по строительству или реконструкции ВСП.

Работа [28] является официальной инструкцией ОАО «РЖД» по применению различных решения верхнего строения пути в туннелях. Рассмотрен подход по назначению рекомендуемых сроков ремонтных работ, в зависимости от дисконтированной стоимости строительства (реконструкции) и дисконтированного текущего содержания.



В работе [122] наиболее подробно рассмотрены методы определения ставки дисконтирования и ее применения для различных проектов. В дополнение к этому перечислены основные преимущества и недостатки рассмотренных методов. Также описаны преимущества и недостатки показателей для оценки эффективности в зависимости от учета фактора времени.

Аналогично рассмотрим слабые стороны методик. Основным недостатком рассмотренных методик в работах [112, 126, 137, 139] является невозможность их полноценного применения в реалиях рыночных отношений. Отсутствие дисконтирования, ограниченное рассмотрение элементов верхнего строения пути и ограниченное количество показателей экономической эффективности не отвечают современным требованиям к оценке эффективности инвестиций.

Кроме того, при рассмотрении годовых приведенных затрат не учитывается срок службы (ресурс) инновационного варианта, а также износ и выход из строя различных элементов путевой инфраструктуры. Столь короткий срок, показывает эффективность эксплуатации того или иного технического средства лишь в начальной стадии. При рассмотрении более длительного периода, помимо вышесказанного не используется учет рисков составляющей.

Во всех методиках первого периода рассмотрения участвует показатель эффективности использования капитальных вложений  $E_n$ . Данный показатель широко использовался в плановом хозяйстве СССР при анализе и расчете государственных проектов. В современной экономике этот показатель не применяется [29].

В работе [137] коэффициент «морального износа» актуально рассчитывать для вариантов пути, имеющих достаточный период эксплуатации во времени. Для инновационных элементов пути данный коэффициент не будет показательным.

В работе [39], объект исследования (скрепления КН-65 и КБ-65) является устаревшим на сегодняшний день, но сам подход может быть применен и для современных видов рельсовых креплений.

В работе [14] при описании экономической оценки инноваций на железнодорожном транспорте, отсутствуют критерии и методология оценки инновации, т.е. определения, что является инновацией, а что – нет.

В работе [18] не указана взаимосвязь между горизонтом расчета и ресурсом (сроком службы) рассматриваемых вариантов пути.

Общими недостатками методик представленных в работах [7, 13, 14, 18, 28, 39, 43, 44, 73, 75, 122], являются: отсутствие обоснования выбора ставки дисконтирования  $E$  (кроме работ [14] и [122]), однотипность рассматриваемых вариантов при сравнительной эффективности, практически полное соответствие «Методическим рекомендациям» [45] и отсутствие показателей, характеризующих инновационные решения в путевой инфраструктуре и транспортном строительстве. Таким образом, отсутствуют актуальные методические инструменты отвечающие специфике транспортного строительства.

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать следующие выводы и предложения по совершенствованию методического инструментария для оценки экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных решений:

- 1) методический инструментарий, отвечающий современным требованиям экономического развития и использования технических достижений, должен учитывать выявленные преимущества рассмотренных методик, прежде всего такие как: системный подход к оценке экономической эффективности инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте с учетом актуальных подходов экономической науки, использование широкого спектра показателей (ЧДД, ИД, ВНД,  $T_0$  и др.), комплексность рассмотрения и возможность применения методического инструментария для всего инфраструктурного комплекса, учет экономических рисков проекта, научное обоснование нормы дисконта и др.;
- 2) анализ существующего опыта экономической оценки инфраструктурных проектов на транспорте показывает, что большинство применяемых методических подходов являются либо узкопрофильными, то есть пригодны

только для традиционных инфраструктурных решений, либо общеэкономическими, не учитывающими специфики рассматриваемой предметной области, а следовательно, требуется создание адекватного методического инструментария;

- 3) необходимо совершенствование методического инструментария для оценки долгосрочных инфраструктурных проектов, в первую очередь, направленных на увеличение скорости перемещения грузов и пассажиров и повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта на рынке транспортных услуг.

### **Выводы по первой главе**

Проведенный в главе анализ основных методов оценки экономической эффективности применения элементов инфраструктуры на железнодорожном транспорте представляет собой системный подход, направленный на выявление основных направлений развития существующих методических подходов с целью учета в дальнейшем при создании методического инструментария оценки железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных решений [124, 125]. Системность данного подхода проявляется в его двухэтапном аналитическом рассмотрении. На первом этапе формируется блок рассматриваемых методических подходов относительно их отношения к рыночной или плановой экономике. На втором этапе формирование блока осуществляется на основании детализированности и значимости методического подхода к оценке экономической эффективности инфраструктурных решений. В результате применения данного подхода к анализу методического инструментария удалось определить преимущества и недостатки существующих методов оценки экономической эффективности создания и модернизации железнодорожной инфраструктуры и сгруппировать их в иерархическом порядке.

В проанализированных 14 методических подходах, особое внимание было уделено показателям экономической эффективности, обоснованию нормы

дисконта, дифференциации показателей эффективности в зависимости от использования дисконтирования в расчетах денежных потоков, учету риска и неопределенности при социально-экономической оценке проектов строительства новых железнодорожных линий, временному аспекту рассматриваемых работ (рассмотрены методические предложения с 1958 г. по 2016 г.) и учету особенностей отраслевой железнодорожной специфики оценки экономической эффективности инфраструктурных проектов.

## ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Одним из основных векторов инновационного развития железнодорожного транспорта в настоящее время является повышение скорости движения поездов и перевозок грузов и пассажиров. [9, 52, 97, 118]

Скорость определяет важнейшие составляющие эффективности транспортной деятельности: производительность (техники, инфраструктуры, труда обслуживающего персонала), энергоэффективность перевозок, а также качественные характеристики рыночного предложения перевозок (прежде всего, сроки доставки). Численные значения и соотношения указанных параметров определяют конкурентоспособность конкретного вида транспорта на рынке перевозок, поэтому скорость можно с полным правом считать экономической категорией [49, 121].

Скорость, реализуемая в транспортной системе, влияет на конкретные экономические субъекты, она влияет на макроэкономические и на социально-экономические показатели, поэтому эволюция скорости свидетельствует о том, что необходимо выходить на качественно новый уровень, а для этого нужны инновационные решения, как в существующих транспортных системах, так и в принципиально новой инновационной транспортной системе, а это, в свою очередь, требует совершенствования и актуализации методов экономической оценки соответствующих экономических эффектов. В общем, вышесказанное подчинено правилу: «*Omnis motus, quo celerior, eo magis motus*»\*.

---

\* «Чем быстрее какое-либо движение, тем оно больше движение» (лат.).

## **2.1 Модификация методического подхода к оценке экономической эффективности железнодорожного строительства с использованием инновационных вариантов путевой инфраструктуры**

Из рассмотренных и проанализированных методик и предложений следует воспользоваться основными результатами, которые были отражены по каждой отдельной методике во второй главе настоящего диссертационного исследования. Инвестиционный проект по строительству железнодорожной магистрали с применением безбалластного верхнего строения пути может быть оценен с применением данных результатов. Количество показателей эффективности инвестиций, их классификация, должны соответствовать показателям, отраженным в таблице 1.3, и на рисунке 1.3. При этом, из методик, рассмотренных в 1-ой главе, необходимо учесть в расчете такие дополнительные показатели, как оценка рисков составляющей, рассмотрение инвестиционного проекта за весь его жизненный цикл и обоснованный выбор нормы дисконта, используемой при дисконтировании.

### ***Экономическое обоснование рациональных сфер применения безбалластного пути***

Изначально безбалластный путь позиционировался как инфраструктурное решение для выделенного высокоскоростного движения со сроком службы до 60 лет. За этот период времени высокие затраты на строительство должны компенсироваться низкими затратами на текущее содержание. Однако в процессе испытаний на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» [102, 106] выявлены существенные затраты на эксплуатацию безбалластного пути, значительно превышающие прогнозируемые показатели, что ставит под сомнение его экономическую эффективность без грамотного обоснования наиболее рациональных сфер применения. Вместе с тем, экспериментально доказано, что значения прогибов и напряжений в элементах безбалластного строения пути

существенно меньше предельно-допустимых значений, что дает возможность применять ее даже при грузовом сообщении [107].

Для определения сфер применения безбалластного верхнего строения пути следует рассмотреть еще один аспект. При выделенном высокоскоростном движении воздействие на путь относительно небольшое, так как обращаются поезда незначительной фиксированной массы с заданной скоростью, что дает возможность установить оптимальные параметры пути (план, профиль, возвышение и т.д.). Можно заключить, что минимальную интенсивность расстройств пути при незначительном воздействии поездной нагрузки может обеспечить и традиционный вариант пути на балласте. При этом пассажирское движение почти всегда малорентабельно и даже убыточно из соображений социальной ориентированности и конкуренции с другими видами транспорта [127].

Вместе с тем наиболее рентабельным является грузовое движение. Но при данном типе движения путь наиболее интенсивно расстраивается и требует ремонтных работ, уменьшающих пропускную способность. Для грузового движения был бы весьма актуален путь с минимальными затратами на эксплуатацию, несмотря на существенную стоимость его строительства. Эту роль при определенных условиях мог бы выполнить безбалластный путь.

Представляется целесообразным применить безбалластный путь на участках совмещенного (грузового и пассажирского) движения. Для этой цели лучше всего подходят участки, где планируется обращение контейнерных (контрейлерных) поездов совместно со скоростным и высокоскоростным движением.

В рамках исследования, проанализированы факторы, влияющие на стоимость жизненного цикла (СЖЦ) для безбалластного пути по сравнению с путем на балласте [8, 87, 104, 116] (таблица 2.1.).

Таблица 2.1 – Факторы, влияющие на стоимость жизненного цикла  
безбалластного верхнего строения пути

| <b>Факторы, уменьшающие<br/>СЖЦ для безбалластного пути</b>   | <b>Факторы, увеличивающие<br/>СЖЦ для безбалластного пути</b>  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- меньшая строительная высота данного варианта верхнего строения пути</li> <li>- меньшая прогнозная стоимость текущего содержания</li> <li>- выше прогнозный ресурс (срок службы)</li> <li>- свободные площади земли при применении эстакад</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокая стоимость строительства</li> <li>- значительная стоимость единовременно вложенных средств</li> <li>- высокие риски на земляном полотне (необходимость эстакад)</li> <li>- бóльшие сроки строительства</li> <li>- дополнительные затраты на защиту от шума и вибрации</li> <li>- высокая стоимость утилизации</li> <li>- низкая стоимость повторного использования (старогодных материалов)</li> </ul> |

Следует отметить и стоимость содержания переходных участков (зона между безбалластным путем и традиционным путем на балласте, обычно равная 25 м) при устройстве безбалластного пути на земляном полотне. Как отмечают специалисты, в отличии от безбалластного пути на эстакаде и традиционного пути на балласте, они являются наибольшей затратной составляющей при текущем содержании [105].

По данным ряда зарубежных исследований увеличенные затраты на строительство безбалластного пути компенсируются уменьшенными затратами на его текущее содержание примерно через 20 лет. При этом ориентировочный срок службы балластного пути составляет 30 лет, безбалластного - 60 лет [2, 31, 102, 111]. Шестидесятилетний срок службы, а также и горизонт рассмотрения безбалластного верхнего строения пути согласуется с работой [61], в которой объекты транспортной инфраструктуры должны рассматриваться в течение продолжительного периода времени, а также с методикой [73]. Данные значения



сроков службы обусловлены планируемым к использованию числу единиц подвижного состава на магистрали ВСМ Москва – Казань (поскольку, согласно проекту строительства, на магистрали планируется использовать в качестве верхнего строения пути – безбалластный путь) и соответствующей грузонапряженностью, заданной в качестве граничного условия, равной 36 млн. т км брутто. / год.

Рассмотрим риски при сооружении и эксплуатации безбалластного пути в условиях российских железных дорог [131, 133]:

- устойчивость бесстыкового пути против выброса на подходах к безбалластным верхнему строению;
- сход подвижного состава;
- ликвидация последствий схода подвижного состава;
- осадка пути на слабых основаниях, карсты;
- не соблюдение технологии строительства и низкое качество материалов.

Хотя перечисленные риски являются техническими, все они сопряжены с экономическими потерями.

Основные риски при применении инновационного решения для инфраструктуры железных дорог (на примере сооружения безбалластного пути) представляют собой сложные инженерно-геологические и природно-климатические условия.

При рассмотрении экономической составляющей строительства безбалластного пути целесообразно учитывать следующие собственно экономические риски [66, 138].

Во-первых, рыночные риски, основные из которых:

1. Риск снижения спроса – падение важнейших сегментов строительного рынка в длительной перспективе в условиях общего снижения инвестиционной активности [38].

2. Риск усиления конкуренции на рынке – появление новых крупных конкурентов, как российских так и зарубежных.

Во-вторых, операционные риски, прежде всего:

1. Риск превышения затрат по контракту – происходит вследствие удорожания стоимости материалов, дополнительных видов работ и др.

2. Риск нарушения промышленной безопасности и охраны труда.

Также имеет место ценовой риск – риск некорректного определения контрактных цен вследствие недостаточной проработки ПСД [66].

В работе особое внимание как раз уделено технико-технологическим рискам и их денежному эквиваленту [11].

Примем за основу расчет денежного эквивалента рисков исходя из вероятности появления негативного события и стоимости ликвидации последствий этого события. Ориентировочно значения вероятности возникновения негативных событий и стоимость ликвидации их последствий представлена в таблицах 2.2 и 2.3. Период времени, через который негативное событие может наступить, взят по результатам испытаний на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» с грузонапряженностью 300 млн. т. брутто в год.

Таблица 2.2 – Вероятность появления рисков и стоимость их устранения для безбалластного пути на земляном полотне\*

| Наименование риска   | Время возникновения, лет | Стоимость устранения на 1 км, руб. | Вероятность появления, % |
|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Технологические ошибки при укладке                             | каждые 5 лет             | 500000                             | 30                       |
| Осадка бетонной плиты до 20 мм (устраняется в узле скрепления) | каждые 3 года            | 60000                              | 40                       |
| Осадка бетонной плиты более 20 мм (осадка земляного полотна)   | каждые 20 лет            | 7800000                            | 70                       |
| Осадка переходного участка                                     | каждые 3 года            | 80000                              | 95                       |

\*- по данным [110]

Таблица 2.3 – Вероятность появления рисков и стоимость их устранения для безбалластного пути на эстакаде

| Наименование риска   | Время возникновения, лет | Стоимость устранения, руб. | Вероятность появления, % |
|--|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Осадка бетонной плиты до 20 мм (устраняется в узле скрепления) | каждые 3 года            | 60000                      | 30                       |
| Осадка переходного участка                                     | каждые 3 года            | 80000                      | 95                       |

\*- по данным [110]

Расчет стоимости жизненного цикла безбалластного пути в части стоимости текущего содержания следует дополнить значениями, которые получаются умножением вероятности появления негативного события на стоимость ликвидации этого события в определенный год эксплуатации безбалластного пути.

Существенные риски состоят в том, что безбалластное верхнее строение пути более требовательно к соблюдению технологии строительства в части состава бетонных смесей и подготовки основания. Кроме того, при проектировании необходимо учесть подвижность «слабых» оснований и изменение демпфирующих свойств полимерных материалов при колебании температуры [79].

Деформативность земляного полотна — это один из основных рисков при эксплуатации безбалластного верхнего строения пути. Он может быть связан с недостаточным качеством материалов и качеством производства работ, а также с природными и техногенными факторами [108].

Существенно снизить этот риск может применение пути на эстакадах. Превышение стоимости пути на эстакаде по сравнению с путем на земляном полотне может быть скомпенсировано возможностью использования земельных площадей под эстакадой, и как следствие сохранением существующей или налаживанием дополнительной социальной инфраструктуры [90, 91, 135].

Еще один аспект, влияющий на стоимость жизненного цикла - это величина денежных средств, которые необходимо вложить одновременно в строительство безбалластного пути по сравнению со стоимостью денежных средств, которые будут потрачены на ремонт балластного пути, но в более отдаленные сроки, когда уже можно будет вкладывать средства, полученные от эксплуатации построенного железнодорожного пути.

В рамках реализации проектов по строительству новых железнодорожных линий, капитальные вложения в верхнее и нижнее строение пути составляют порядка 70% от общей суммы инвестиций в инфраструктурную часть проекта. При этом важен и тип варианта нижнего строения пути. Процентное соотношение

стоимости верхнего строения пути на земляном полотне и на эстакаде показано на рисунках 2.1 и 2.2 [88].

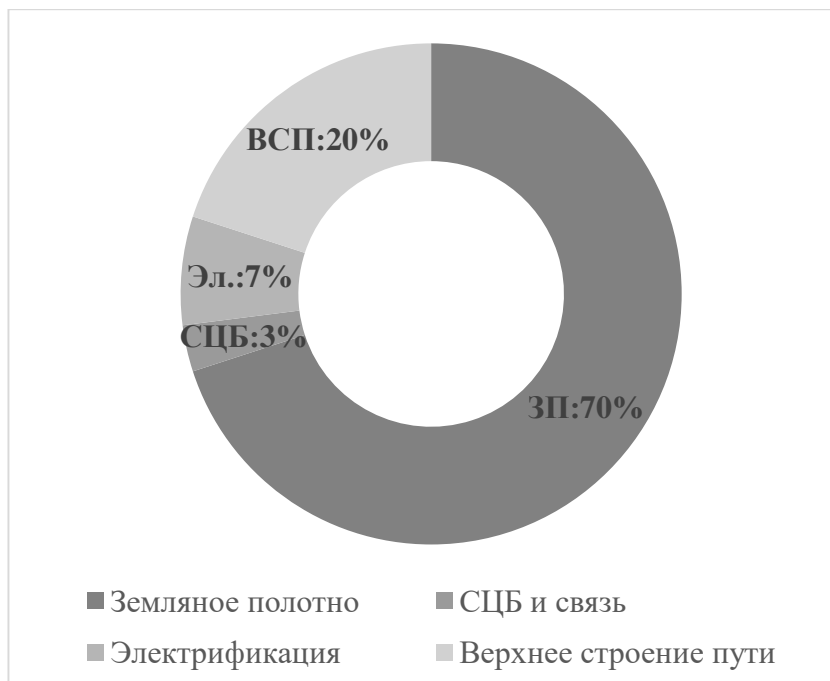


Рисунок 2.1. – Соотношение стоимости элементов пути на земляном полотне

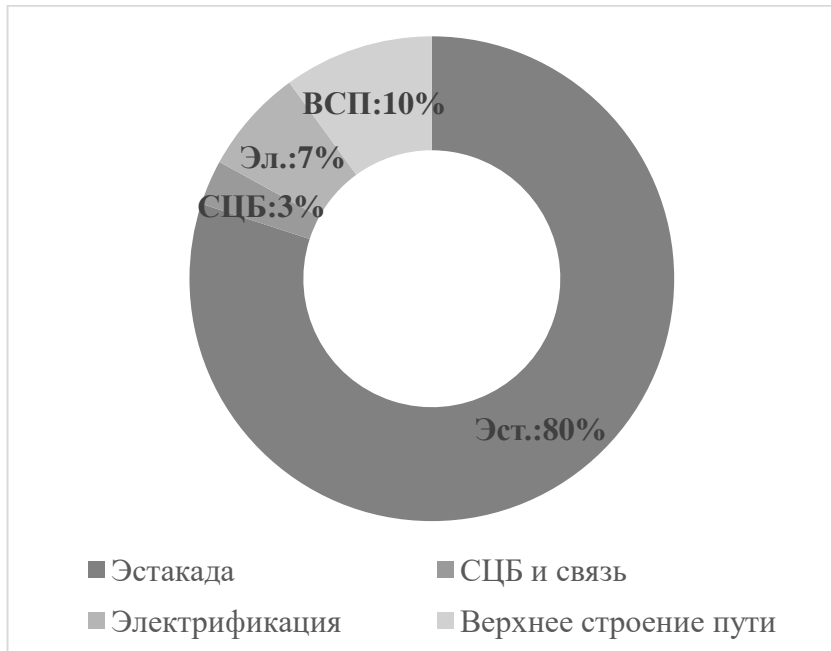


Рисунок 2.2. – Соотношение стоимости элементов пути на эстакаде

Следует отметить, что риски эксплуатации пути на балласте составляют 5-10 % от стоимости текущего содержания, для безбалластного пути на земляном полотне это 20-25 %, а для безбалластного пути на эстакаде 3-7 %. Из анализа

вероятности возникновения рисков и стоимости ликвидации последствий следует, что наибольшая вероятность увеличения затрат на эксплуатацию пути приходится на вариант безбалластного пути на земляном полотне.

## **2.2. Методический подход к анализу особенностей, экономических преимуществ и недостатков инновационных вариантов путевой инфраструктуры**

Одной из главных особенностей рассматриваемого варианта путевой инфраструктурного является его малообслуживаемость при работе в пути, это ведет к сокращению приведенных затрат, в связи со снижением предоставления «окон» на текущее содержание и затрат материалов. За счет использования безбалластного пути повышается сопротивление сдвигу пути в поперечном направлении, что, безусловно, является значительным преимуществом при решении проблем, связанных с температурным выбросом пути, что также может представлять серьезные экономические потери. На рисунке 2.3 отражены основные, экономически-оправданные, преимущества и тенденции развития безбалластного пути, определяющие его дальнейшие перспективы при использовании на эстакаде [92, 128, 134, 136].

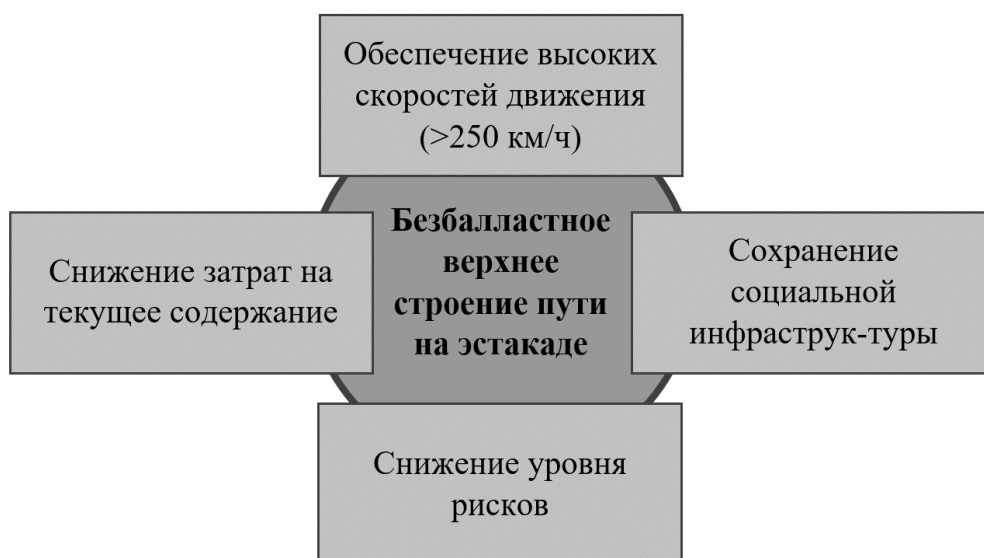


Рисунок 2.3 – Социально-экономические преимущества использования безбалластного верхнего строения пути на эстакаде

Согласно работе [25, 26], в которой выделяется различные типы инноваций, выделено соответствие данных инноваций и инновационных инфраструктурных технических средств. Рассматривая развитие инфраструктуры по таким параметрам, как, грузонапряженность и скорость движения построен график потенциального развития традиционного варианта верхнего строения пути и инновационного – подразумевающего под собой безбалластное верхнее строение пути и эстакады [40, 129]. Соответственно, традиционное верхнее строение пути более адаптировано к различным условиям эксплуатации и имеет необходимый ресурс для дальнейшего роста нагрузки (т/ось), тогда как безбалластное верхнее строение пути ориентировано на значительное увеличение скорости движения. Определяя вектор развития традиционного варианта пути и безбалластного пути следует выделить три зоны: тяжеловесного движения, улучшающих инноваций, прорывных инноваций (рисунок 2.4).

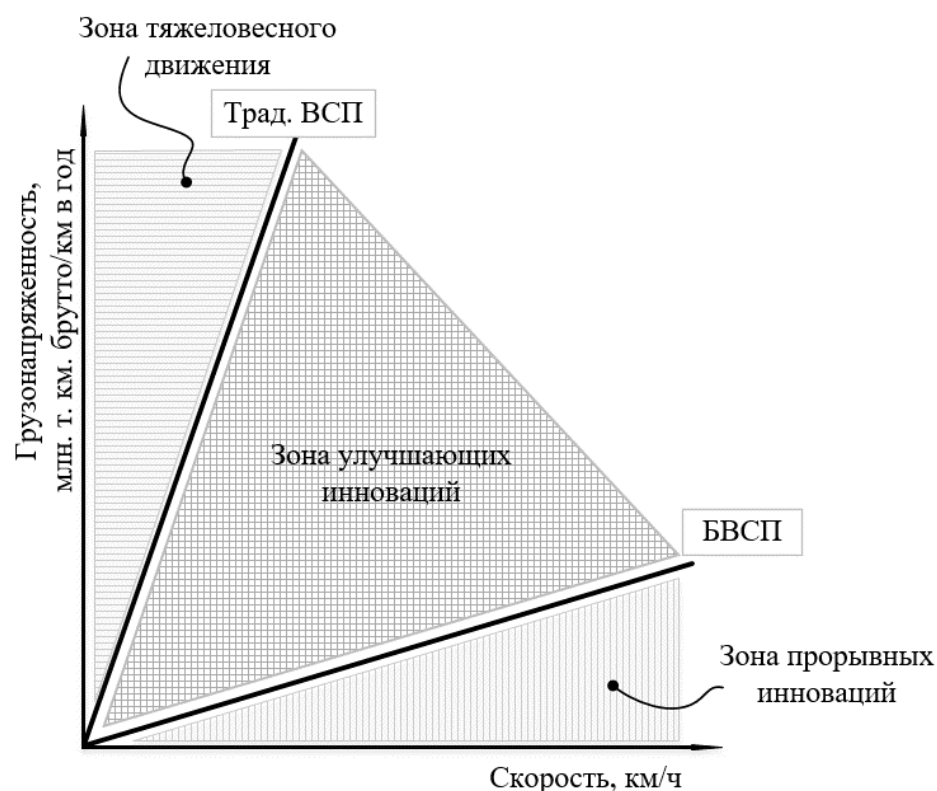


Рисунок 2.4 – Экономически-предпочтительные зоны инфраструктурных решений на железнодорожном транспорте

В контексте экономического анализа инновационной варианта путевой инфраструктуры с учетом ее технических особенностей целесообразно провести

сравнение безбалластного пути и традиционного пути, и выявить основные преимущества и недостатки. Сравнительный анализ традиционного и безбалластного пути приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Сравнение экономически значимых параметров пути

| Свойство вариантов путевой инфраструктуры   | Путь на балласте | Безбалластный путь |
|---|------------------|--------------------|
| Низкие капитальные затраты на строительство   | +                | –                  |
| Низкие затраты на текущее содержание  | –                | +                  |
| Минимизация затрат на восстановление пути после ЧС  | +                | –                  |
| Устойчивость бесстыкового пути  | –                | +                  |
| Малообслуживаемость (влияние на периодичность и стоимость ремонтов и текущего содержания)           | –                | +                  |
| Эколого-экономические преимущества от гашения шума и вибраций                                       | +                | –                  |
| Возможность значительной регулировки геометрии рельсовой колеи                                      | +                | –                  |
| Удобство применения на искусственных сооружениях и в стесненных условиях (мосты, тоннели, эстакады) | –                | +                  |

Из таблицы 2.4 видно, что безбалластный путь имеет преимущество в части эксплуатации на мостах, эстакадах и в тоннелях, а так же характеризуется удобством монтажа. Путь на жестком основании предпочтителен из-за низких затрат на текущее содержание и малообслуживаемости. Путь на балласте имеет низкие затраты на строительство и более универсален для различных условий эксплуатации и в части восстановления после чрезвычайных ситуаций, кроме того он имеет лучшие параметры по гашению шума и вибрации. А устойчивость бесстыкового пути на безбалластном варианте к температурному выбросу имеет особое значение на участках применения вихретоковых тормозов, приводящих к дополнительному нагреву рельсовых плетей [10, 85, 96].

### ***Классификация безбалластного пути***

В настоящее время по всему миру используются различные варианты безбалластного пути. Несмотря на их большое количество, существующие безбалластные системы пути можно разделить на две основные категории: элементы пути с точечным (дискретным) опиранием рельсов на монолитное основание и полное опирание рельсовых нитей на всем протяжении монолитного основания. Так же, ввиду различия в технических решениях, две категории можно разделить на две и четыре подкатегории соответственно (рисунок 2.5). Наиболее полно различные виды безбалластного пути рассмотрены в работах [24,141].



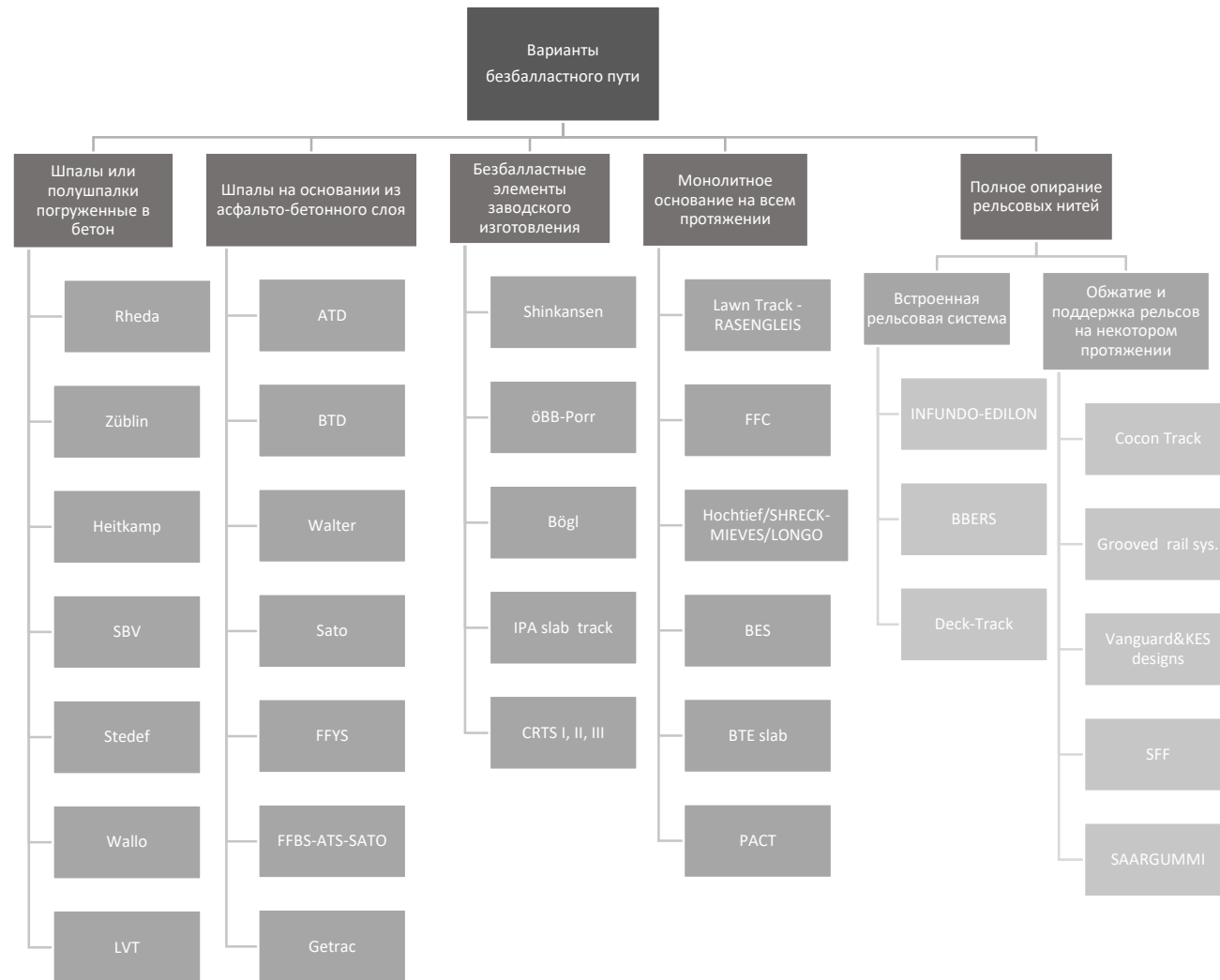


Рисунок 2.5. – Классификация безбалластного пути\*

\*- составлено автором с использованием источников [32, 140, 141].

### *Современное развитие безбалластного пути на отечественных железных дорогах*

Одним из наиболее массово и серийно выпускаемых безбалластных решений пути является железобетонная плита БМП (безбалластное мостовое полотно). Плиты БМП применяются на металлических пролетных строениях эксплуатируемых и вновь строящихся железнодорожных мостов, в районах с расчётной сейсмичностью не более 7 баллов, расположенных на прямых участках пути с уклоном не более 0,008.

Часть безбалластных вариантов пути, представленных на рисунке 2.5, на сегодняшний день представлена в России. Локализацию получил вариант путевой инфраструктуры *LVT* (установлена в тоннелях №5 и 6 в г. Сочи) компании «*Sonneville*». Участок пути Тосно – Саблино (протяженность  $\approx 1$  км) выполнен по технологии *RHEDA 2000*, компании *RailOne*. Так же, опытные участки уложены на экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ» на ст. Щербинка. Среди них: *RHEDA 2000*, *Max Bögl*, *Tines*, *Altstom* и *LVT* [93].

Исследования, связанные с усовершенствованием, экспериментами и изучением безбалластного пути входят в число самых передовых научных изысканий в области транспорта и железнодорожного строительства. Но, тем не менее, безбалластный путь на сегодняшний день не располагает такой базой, таким опытом применения, которые накоплены традиционным вариантом пути на балласте, несмотря на существующие еще в начале XX века попытки адаптировать плитное основание для нужд рельсового транспорта [84]. Как с технической, так и с экономической стороны исследований, остается еще множество «белых пятен» и проблемных задач. Рассуждая с экономической точки зрения, стоит отметить, что на данный момент отсутствует полноценная методика по оценке экономической эффективности выбранного решения. В отличие от традиционного варианта пути (рельсошпальной решетки на балласте), безбалластный путь имеет свои особенности и отличительные черты, которые безусловно привнесут весомые различия в методический подход. Самым важным отличием и ключевой идеей для безбалластного пути, являются низкие затраты на

текущее содержание [36].

### **2.3 Методика оценки экономической эффективности применения инновационного варианта железнодорожного пути**

#### *Граничные условия и предпосылки к расчету*

В настоящее время не существует единого метода выбора инфраструктурных инновационных объектов, из множества альтернативных вариантов (во многом из-за отсутствия грамотного подхода к оценке инновационности того или иного решения). В основном, все применяемые на практике алгоритмы оценки эффективности того или иного объекта ориентированы на интересы инвесторов, а не конечных пользователей объектов. Данные алгоритмы оперируют в основном денежными потоками и не учитывают технологические, технические, социальные факторы экономических эффектов от использования объекта в составе проекта в целом [5].

Подходя к расчету и оценке экономической эффективности использования безбалластного пути, следует отметить следующие основные составляющие, которые влияют на расчет срока окупаемости и чистого дисконтированного дохода: интенсивность движения на заданном участке (грузонапряженность), заданный срок службы варианта пути (ресурс) и частота проведения ремонтов. При этом частота проведения ремонта для варианта пути на балласте связана непосредственно со схемой ремонтов согласно типу выбранной путевой инфраструктуры, а частота ремонтов для безбалластного пути не имеет четкой связи с расчетными периодами и дополнительно рассчитывается при непосредственном учете рисков составляющей. Доходная составляющая возникает от перевозочных видов деятельности, при этом доля инфраструктуры составляет 75%. Верхнее и нижнее строение пути, в рамках инфраструктурной составляющей занимают до 80-90%.

В рамках диссертационного исследования выполнен расчет основных экономических показателей (таблицы 1.3, 1.4) для участка пути протяженностью 30 км, для различных видов движения:

1. выделенное пассажирское;
2. грузовое;
3. совмещенное (32 пары/поездов - пассажирские и 11 пар/поездов - ускоренные контейнерные поезда (УКП)).

При этом рассмотрены несколько комбинаций нижнего и верхнего строений пути:

1. путь на балласте и земляном полотне;
2. безбалластный путь на земляном полотне;
3. безбалластный путь на эстакаде.

Расчеты в диссертационном исследовании выполнены в текущих ценах на II квартал 2018 года.

Расчет выполнялся исходя из условия, что безбалластный путь на земляном полотне на 30% дороже при строительстве, чем традиционный путь на балласте, а безбалластный путь на эстакаде на 30% дороже последнего.

Расчет чистого дисконтированного дохода выполнен согласно методикам рассмотренным в 1-ой главе диссертационного исследования. Для возможности использования результатов исследования при выборе варианта верхнего строения пути на участках ВСМ Москва-Казань, ориентировочное количество грузового и пассажирского сообщения учитывалось согласно Инвестиционному меморандуму Проекта создания высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва – Казань» [33].

### ***Обоснование выбора нормы дисконта***

В работе [122], рассмотренной в 1-ой главе, отражены 9 наиболее распространенных методов обоснования нормы дисконта. Некоторые из них рассмотрим наиболее подробно.

Из работ [19, 37, 61, 113] можно заключить, что наиболее распространенными методами обоснования нормы дисконтирования ( $E$ ),

являются: метод средневзвешенной стоимости капитала (*WACC*), кумулятивный метод и метод экспертных оценок. Также, в данных работах отмечается, что ставка дисконтирования является достаточно трудоемкой для определения величиной.

В определении рациональной ставки дисконтирования, безусловно, заинтересован инвестор. В связи с этим, ставка может носить весьма неоднозначный характер и зависеть от множества факторов, таких как: ситуация на рынке, требования инвестора, риски существующие в проекте и др. К примеру, для компании при определении коммерческой эффективности при реализации очередного типового ИП, нет необходимости подходить к расчету ставки с учетом всей ее многофакторности и сложности при расчете. Если она была рассчитана несколько проектов назад, то компания может воспользоваться уже существующей методикой и изменить лишь некоторые граничные условия. Но для инвестора, реализующего уникальный ИП, ставка дисконтирования безусловно будет одной из важнейших величин.

Следующая проблема при определении нормы дисконта соотносится с методом расчета по методике *WACC* (*weighted average cost of capital*). Как следует из данной методики, для определения  $R_e$  - ставки доходности собственного капитала, определяемой с помощью модели *CAMP* (*Capital Asset Pricing Model*) по формуле (3.1), возникает затруднение в определении коэффициента  $X$ , поскольку данный коэффициент – это коэффициент, определяющий изменение цены на акции компании по сравнению с изменением цен на акции по всем компаниям данного сегмента рынка. В итоге, в концепции транспортного, железнодорожного строительства, проблема связана с определением данного коэффициента, так как ОАО «РЖД» (как возможный инвестор при реализации сооружения железнодорожной магистрали с применением безбалластного верхнего строения пути) не имеет компаний-конкурентов в своем сегменте рынка [16]. Приведем формулу определения ставки доходности собственного капитала:

$$R_e = R_f + x(R_m - R_f), \quad (2.1)$$

где  $R_f$  — безрисковая ставка дохода;

$\alpha$  — коэффициент, определяющий изменение цены на акции компании по сравнению с изменением цен на акции по всем компаниям данного сегмента рынка;

$(R_m - R_f)$  — премия за рыночный риск;

$R_m$  — среднерыночные ставки доходности на фондовом рынке.

И наконец, еще одна проблема при определении нормы дисконтирования связана с долгосрочностью реализуемого проекта (безбалластный путь — долгосрочный проект). В работах [61, 109, 110] приводятся примеры, которые показывают влияние нормы дисконта на дисконтирование денежных потоков на длительный период времени.

Следует отметить, что большинство указанных в методиках способов определения нормы дисконта сводятся к учету различных факторов, влияющих на значение процентной ставки, при этом данные факторы учитывают, в основном, макроэкономические параметры (инфляция, волатильность цен, ставка рефинансирования и др.), но не учитывают временного предпочтения экономических субъектов, формирующего выбор инвестиционного решения. В работе [61] приводится ряд решений, помогающих наиболее адекватно применить методологию дисконтирования денежных потоков, при этом сохранить эффект получаемый в долгосрочной перспективе при реализации подобного типа проектов. Вышесказанное можно рассматривать как предложение по выбору нормы дисконта с учетом ее влияния на эффективности реализации долгосрочных инфраструктурных проектов.

В рамках диссертационного исследования выполнены расчеты с различной нормой дисконтирования:

1. Норма дисконтирования  $E=10\%$ , соответствующая усредненной ключевой ставке ЦБРФ с 2013 по 2018 года. Также, учитывается отечественная практика расчетов прошлых лет показывающая, что

минимальная величина  $E$  при оценке эффективности инфраструктурных проектов должна приниматься не менее 8-10% [18];

2. Непрерывно изменяемая (ежегодно) норма дисконтирования согласно работе [61].

Ставка рефинансирования – процентная ставка, которую использует центральный банк при предоставлении кредитов коммерческим банкам в порядке рефинансирования. Ставка рефинансирования является инструментом денежно-кредитного регулирования, с помощью которого центральный банк воздействует на ставки межбанковского рынка, а также на ставки по кредитам и депозитам, которые предоставляют кредитные организации юридическим и физическим лицам. Может быть использована в качестве безрисковой ставки [22].

Согласно указанию Банка России от 11.12.2015 № 3894, значение ставки рефинансирования соответствует значению ключевой ставки Банка России на соответствующую дату [35].

На основе изучения зарубежных материалов [141], сложилась следующая концепция относительно строительства и эксплуатации безбалластного пути: высокие первоначальные инвестиции на строительство окупаются благодаря снижению стоимости текущего содержания. Такая концепция справедлива только при низкой ставке дисконтирования ( $E \leq 5\%$ ) и низких эксплуатационных рисках, что не соответствует условиям деятельности Российских железных дорог.

Проблемы, связанные с применением традиционных методов оценки экономической эффективности сооружения объектов транспортной инфраструктуры рассмотрена в ряде работ Д.А. Мачерета, в частности в работе [61]. Предложенные в ней подходы применимы и для безбалластного пути.

Предположим, что безбалластный путь приносит в течение 60 лет равномерный эффект. Соответственно, без применения дисконтирования ( $E=0\%$ ) в каждом десятилетии данного расчетного периода будет получено около 17 % общего эффекта (рисунок 2.6).

Безусловно, дисконтирование является неотъемлемой частью при применении методов оценки экономической эффективности и влияет на итоговые

результаты при реализации долгосрочных проектов. Даже при небольшой норме дисконта  $E=5\%$ , доля последних десятилетий в совокупном эффекте, приведенном к «нулевому» году, сократится в разы, а свыше 80% этого эффекта будет приходиться на первые три десятилетия. То есть первые тридцать лет использования транспортной инфраструктуры будут являться определяющими для оценки совокупного дисконтированного эффекта.



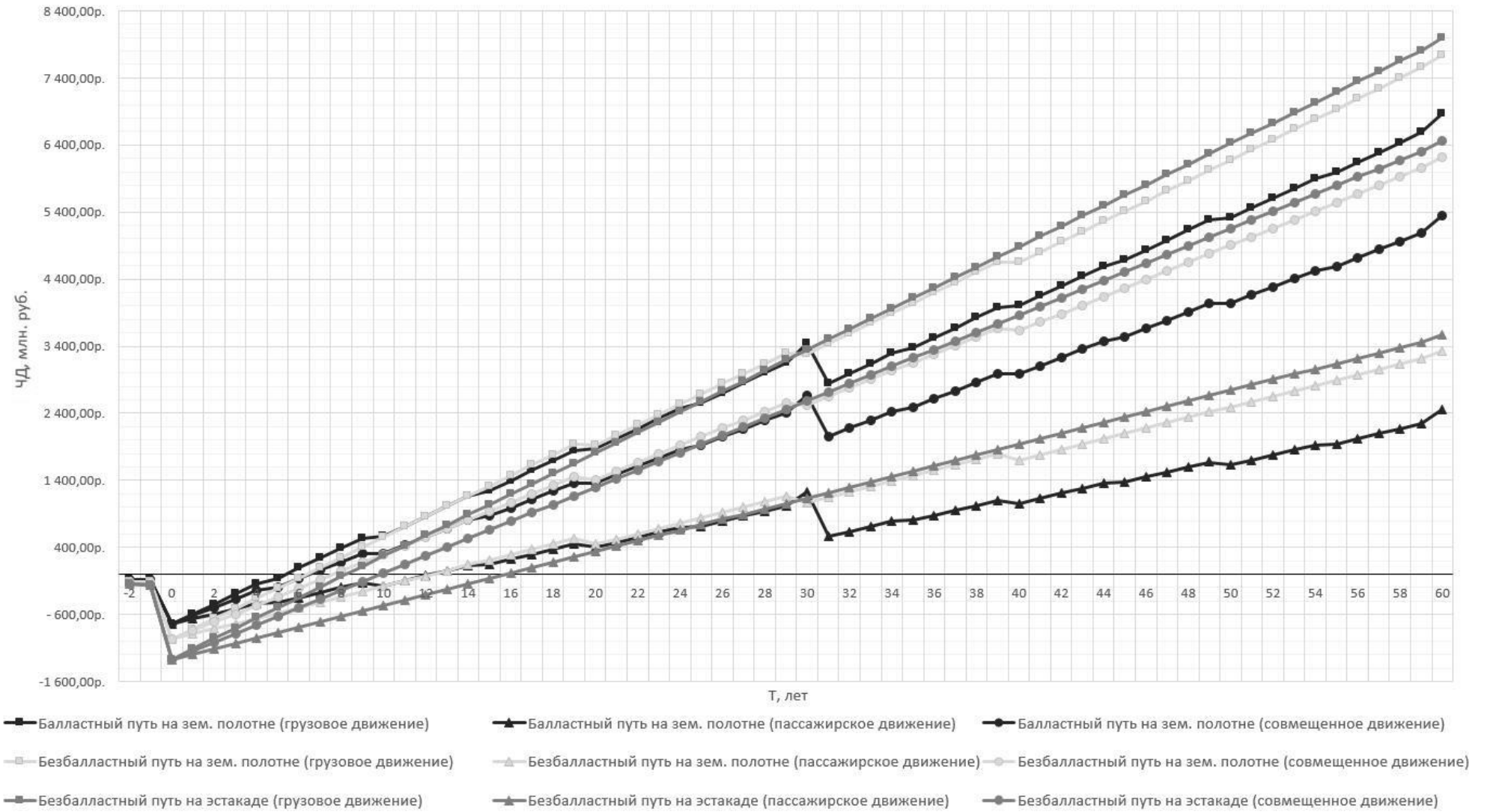


Рисунок 2.6 – Чистый доход без дисконтирования

При увеличении нормы дисконта до 10% определяющими становятся уже первые двадцать лет. А при норме дисконта  $E=20\%$ , используемой при оценке проектов с достаточно высокой степенью риска, свыше 80% совокупного эффекта будет получено в первом десятилетии, а доля последнего – практически нулевая. При длительных сроках эксплуатации экономические эффекты просто обнуляются при дисконтировании. Расчет с нормой дисконта  $E=10\%$ , представлен на рисунке 2.7.

Таким образом, оценивая вышерассмотренные положения, можно заключить, что чем больше эффекты, формируемые в долгосрочной перспективе, тем сильнее снижается оценка совокупного приведенного эффекта в результате дисконтирования [61].

Проведенный анализ графиков ЧДД показывает, что применение сравнения стоимости жизненного цикла для выбора вариантов путевой инфраструктуры на сроках службы до 60 лет и более нецелесообразно. По этой причине необходимо учитывать дополнительные методические предложения при выборе того или иного варианта пути для различных условий эксплуатации.

Безбалластный путь по праву можно считать не просто инновацией, а «подрывной» инновацией, которая принципиально меняет подходы к строительству и обслуживанию пути, нормам его содержания, требованиям к подвижному составу и организации движения.

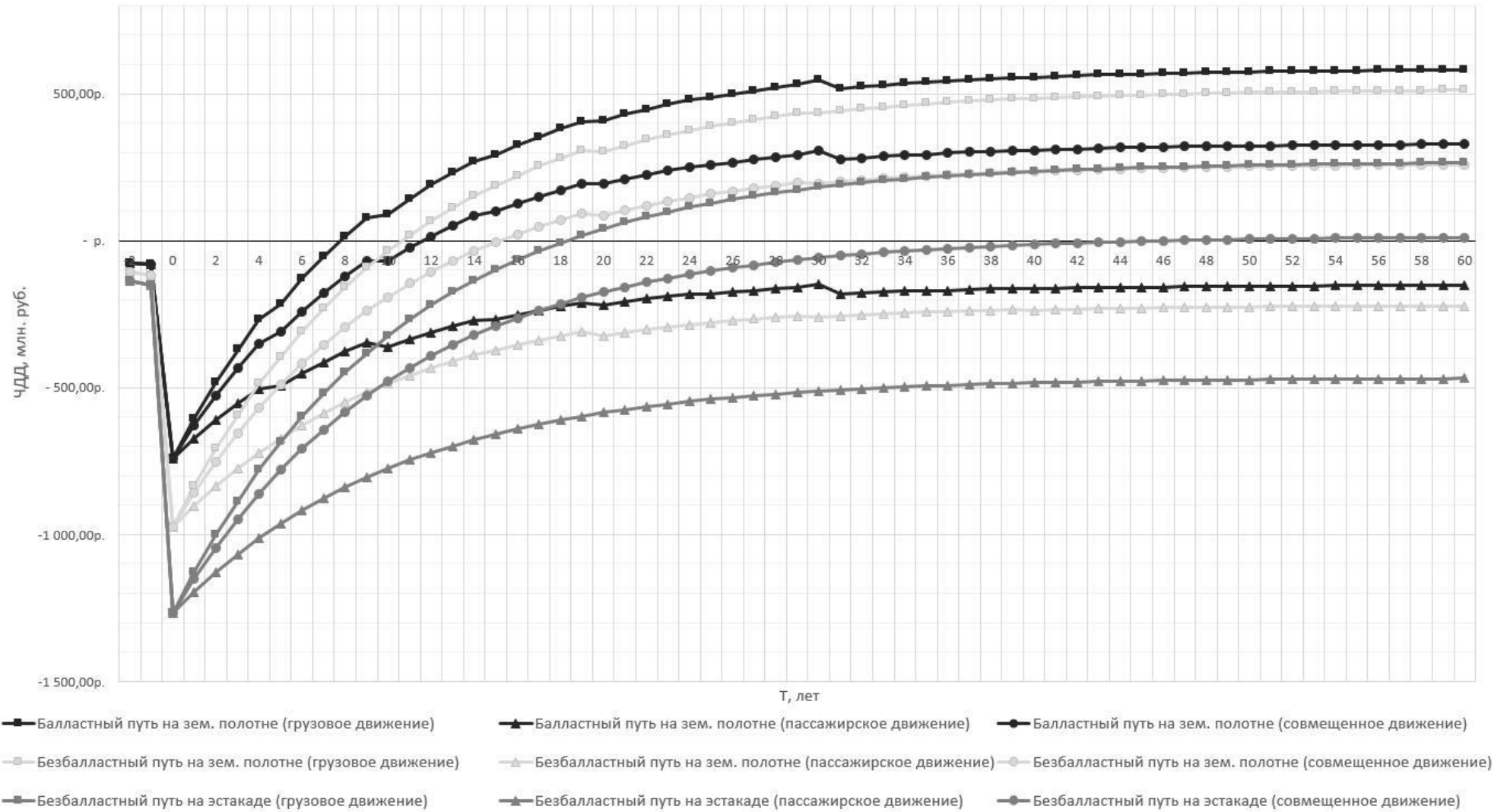


Рисунок 2.7 – Чистый дисконтированный доход

В отличие от «поддерживающих» инноваций, «подрывные» инновации приводят к смене устоявшихся технологий и возникновению новых циклов развития, обеспечивают потенциальную экономическую эффективность за счет улучшения значимых показателей деятельности производственно-экономической системы, в рамках которой они реализуются. На железнодорожном транспорте к таким показателям могут относиться скорости движения и веса поездов, удельный расход электроэнергии на тягу поездов, долговечность технических средств, трудоемкость их обслуживания [27].

В то же время инвестиционные затраты на реализацию «подрывных» инновационных проектов могут быть столь велики, что генерируемые ими эффекты от улучшения показателей производственно-экономической деятельности не обеспечивают приемлемый уровень стандартных показателей экономической эффективности.

Потенциальная эффективность «подрывных» инвестиционных проектов может быть реализована благодаря «поддерживающим» инновациям (улучшающим, микроинновациям), которые позволяют снизить затраты на реализацию подобных инновационных проектов и решений, другими словами - удешевить их реализацию. Это может быть эффект массового производства, появление новых технологий и новых материалов.

Поскольку масштабы такого удешевления зависят от еще не реализованных и даже не изобретенных улучшений, их оценка связана с неопределенностью. Поэтому перспективность «подрывных» инновационных проектов целесообразно оценивать исходя из их влияния на натуральные показатели деятельности производственно-экономической системы и генерируемого на этой основе экономического эффекта. При этом может быть рассчитан максимально допустимый уровень затрат на реализацию инновационных решений, при котором потенциальная эффективность трансформируется в реальную, что обеспечивает приемлемый уровень стандартных показателей экономической эффективности.

Эффективность «подрывных» инновационных проектов должна определяться не на основе сравнения технических характеристик нового объекта,

претендующего на статус инновационного с базовым, а исходя из прогнозируемого долгосрочного влияния инновационного проекта на значимые показатели деятельности железнодорожного транспорта. При этом под инновационным проектом, в данном исследовании, понимается реализация безбалластного пути для совмещенного движения, который открывает новые возможности для роста эффективности железнодорожного транспорта в целом [27, 71].

Предлагаемый подход, в полной мере соответствует понятию инновация, в отличие от расчета индекса инновационности объекта, основанного на сопоставлении технических характеристик, так как превосходящие по сравнению с базовым объектом, технические характеристики отнюдь не гарантируют адекватного влияния на соответствующие показатели деятельности экономической системы в целом.

Такой, проектный, подход к оценке инноваций, в отличие от объектного, обеспечивает оценку не технических преимуществ безбалластного пути самих по себе, а его влияния на ключевые показатели эффективности железнодорожного транспорта. Тем самым реализуется системный экономический подход к оценке инновационности.

Как отмечает Д.А. Мачерет [61], важным условием эффективности создания транспортной инфраструктуры является возрастание (а не «затухание») на протяжении длительного периода времени эффектов от ее использования даже с учетом дисконтирования. Это условие может быть обеспечено при таком сочетании динамики недисконтированных эффектов и нормы дисконта, когда умножение эффекта на коэффициент дисконтирования не приводит к снижению получившегося значения относительно значения предыдущего периода. Иными словами, когда понижающее влияние дисконтирования не нивелирует рост недисконтированных эффектов. Однако, механические манипуляции с нормами дисконта не могут быть решением проблемы, ведь применяемые нормы дисконта должны быть адекватны складывающимся в обществе нормам временного предпочтения [4, 74, 100].

На основании работ Людвиг фон Мизеса и Дж. Кэллахана, можно заключить, что не процент определяет временное предпочтение, а наоборот, временное предпочтение лежит в основе и процента, и принципа дисконтирования [48, 74]. В итоге, как отмечает М. Ротбард, «нормы временного предпочтения людей отражают их культурную и психологическую готовность избрать более краткий или более длинный временной горизонт» [58, 100].

Обычно при расчете стоимости жизненного цикла эффект, достигаемый в каждом году  $t$  от функционирования транспортной инфраструктуры (очищенный от соответствующих затрат), необходимо умножить на коэффициент дисконтирования  $\alpha_t$ , вычисляемый по формуле:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (2.2)$$

где  $E$  - норма дисконта.

В качестве предложения, стоит отметить, что для оценки стоимости жизненного цикла радикальных инноваций, таких как безбалластный путь, целесообразно использовать гибкую норму дисконта. Иными словами, возможно дисконтировать саму норму дисконта следующим образом:

$$\alpha'_t = \frac{1}{\left(1 + \frac{E}{(1+E)^t}\right)^t}, \quad (2.3)$$

В то же время, применением в расчетах переменной по периодам нормы дисконта отражено в действующих методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов [45].

График ЧДД с дисконтированием и с изменяющейся по периодам нормой дисконта представлен на рисунке 2.8.

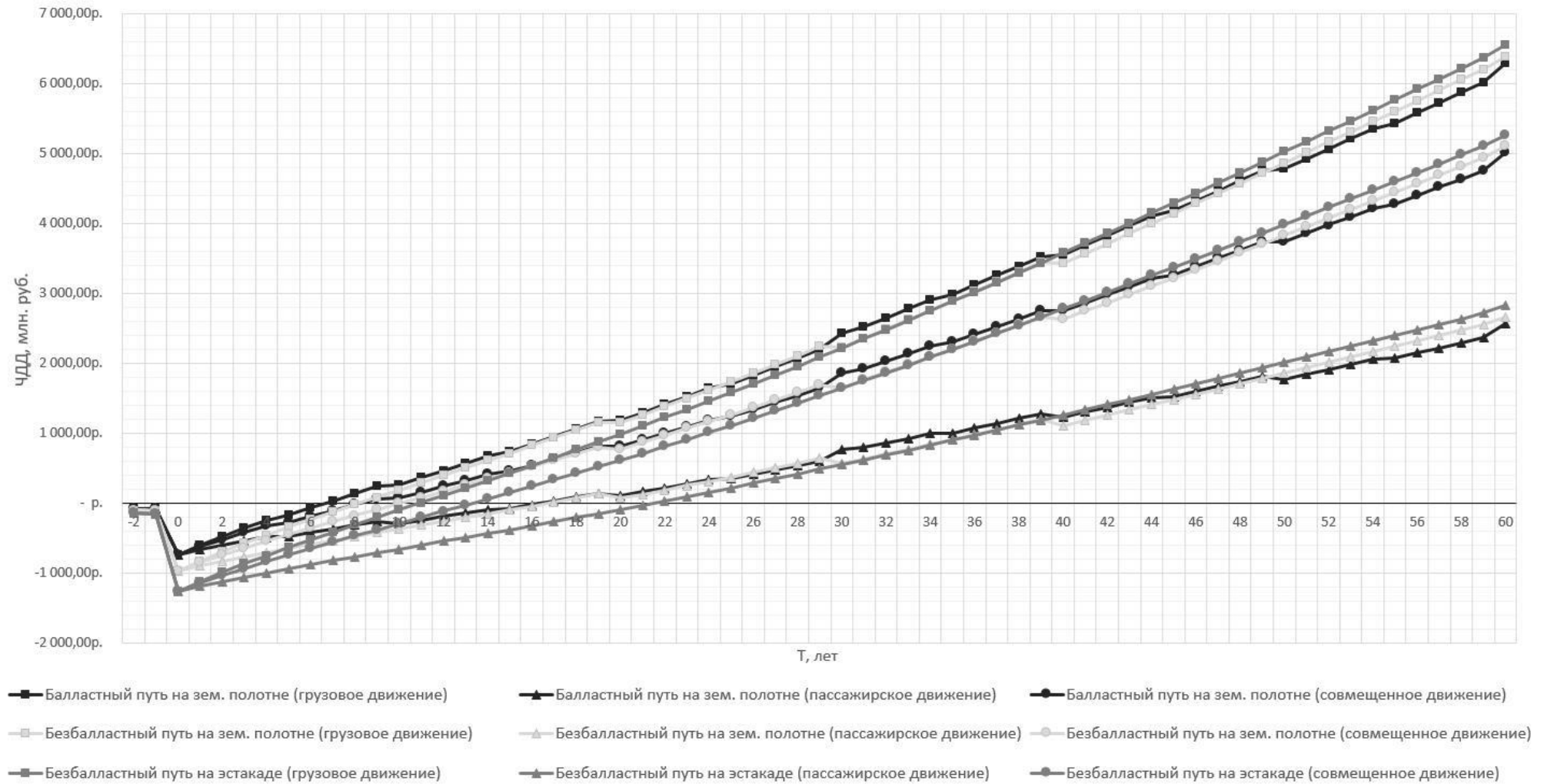


Рисунок 2.8 – Чистый дисконтированный доход вариантов строительства путевой инфраструктуры с изменяющейся по периодам нормой дисконта

Из сравнительного анализа графиков видно, что путь на балласте имеет наименьшие сроки и стоимость строительства, но при этом окупаемость существенно замедляется из-за высоких затрат на текущее содержание. Безбалластный путь на земляном полотне существенно дороже и сроки строительства значительно выше, но и окупаемость финансовых вложений происходит быстрее, так как стоимость текущего содержания обходится дешевле, чем у традиционного варианта базового элемента железнодорожной инфраструктуры. Самую большую стоимость и сроки строительства имеет безбалластный путь на эстакаде и сроки окупаемости для него находятся на среднем уровне при меньших рисках и возможности использования территории под эстакадой, что является еще одним аргументом в пользу последнего варианта [91, 93, 103].

Начиная с 42-го года эксплуатации наибольший эффект демонстрирует вариант безбалластного пути на эстакаде.

Из анализа графиков на рисунке 2.8 можно сделать еще один вывод. Графики дисконтированного дохода совершенно разных вариантов путевой инфраструктуры после 20 года группируются по видам движения (грузовое, совмещенное, пассажирское). Следовательно, на дисконтированный доход большее влияние оказывает непосредственно тип движения, а не выбранный вариант пути. Причем скорость окупаемости и формирования дохода от совмещенного движения зависит от соотношения грузовых и пассажирских поездов [72].

Сферы применения безбалластного пути целесообразно выбирать исходя из минимизации сроков окупаемости в пределах срока службы с учетом возможных рисков при эксплуатации и результатов испытаний на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ». В таблице 2.5 представлен прогноз срока окупаемости для различных сфер применения с учетом «подрывных» инноваций.

Из таблицы 2.5 следует, что по сроку окупаемости наиболее предпочтительным является традиционный путь на щебеночном балласте. Но для «подрывных» инноваций данный показатель не является основным критерием



оценки. Для таких инноваций следует руководствоваться максимальным дисконтированным доходом в конце срока службы, т.е. максимально накопленным эффектом (таблица 2.6). Этот критерий показывает, какой из вариантов принесет наибольший доход в конце жизненного цикла. По этому критерию наиболее предпочтительным является безбалластный путь на эстакаде при любом из рассматриваемых видов движения (приложение 1.1 – 1.9, 2.1, 2.2).

Таблица 2.5 – Сферы применения безбалластного пути по критерию срока окупаемости (согласно графику ЧДД с изменяющейся нормой дисконта)

| Вид движения            | Срок окупаемости по вариантам, лет  |  |  |
|-------------------------|-------------------------------------|--|--|
|                         | Балластный путь на земляном полотне | Безбалластный путь на земляном полотне | Безбалластный путь на эстакаде и в тоннеле |
| Грузовое                | 6,8                                 | 8,8                                    | 11   |
| Выделенное пассажирское | 16,9                                | 16,8                                   | 21,9                                       |
| Совмещенное             | 8,9                                 | 10                                     | 14   |

Таблица 2.6 – Сферы применения безбалластного пути по критерию максимального дохода в конце срока службы (согласно графику ЧДД с изменяющейся по периодам нормой дисконта)

| Вид движения            | Дисконтированный доход в конце срока службы, млрд. руб. |  |  |
|-------------------------|---|--|--|
|                         | Балластный путь на земляном полотне                     | Безбалластный путь на земляном полотне | Безбалластный путь на эстакаде и в тоннеле |
| Грузовое                | 6,3   | 6,4                                    | 6,6  |
| Выделенное пассажирское | 2,6   | 2,7                                    | 2,8  |
| Совмещенное             | 5,0   | 5,1                                    | 5,3  |

Также в рамках диссертационного исследования, согласно методике [18] произведен расчет сравнительного эффективности традиционного варианта пути на балласте и безбалластного пути (приложение 3). Результат расчета сравнительной эффективности с изменяемой нормой дисконтирования  $E$  (формула 2.3) приведен на рисунке 2.9.

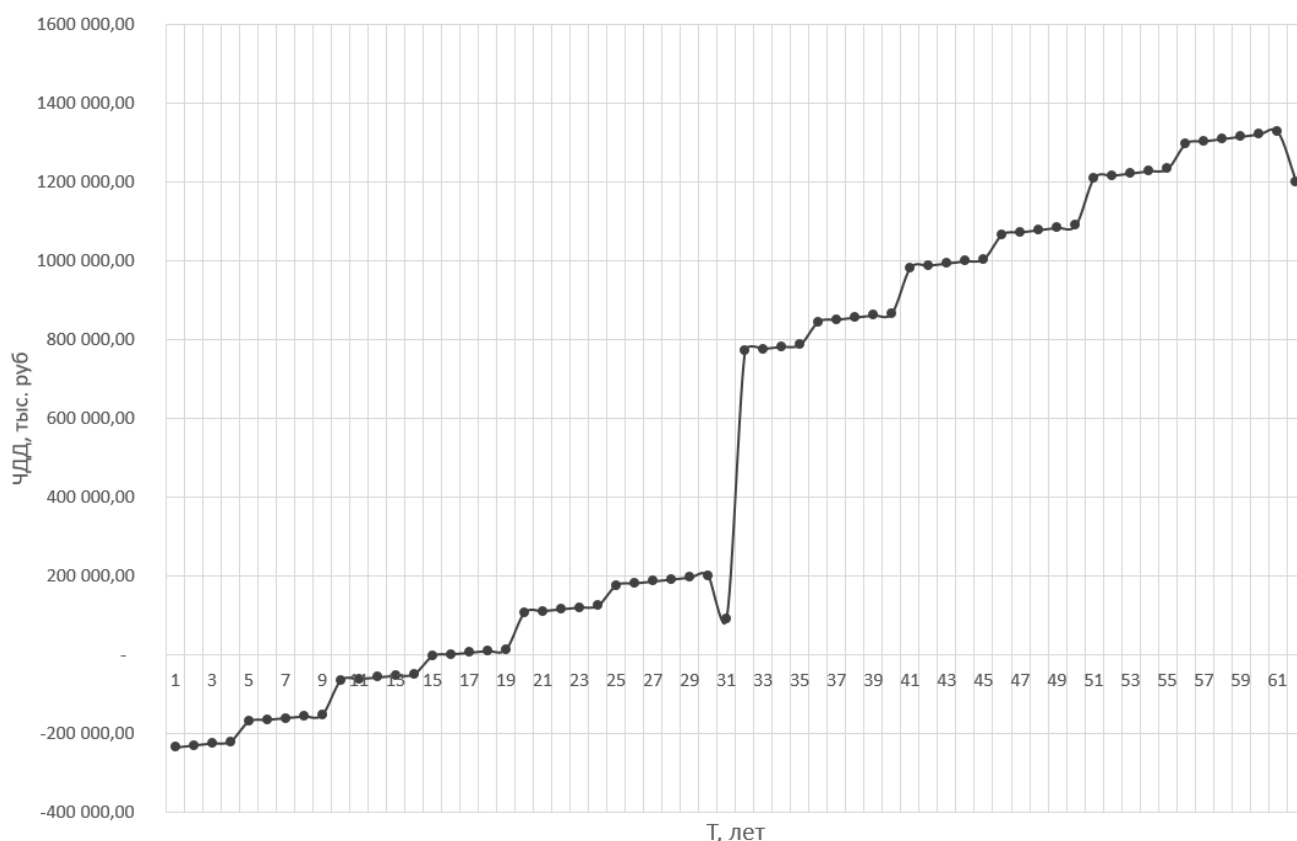


Рисунок 2.9 – Сравнительный интегральный эффект с дисконтируемой нормой дисконта

Как было отмечено выше, расчетный период инфраструктурного объекта, согласно методике [73] должен составлять не менее 20 лет.

Стоимость жизненного цикла для инфраструктурного решения с длительным сроком службы (60 лет) является достаточно условной величиной. Однозначно можно утверждать, что за такой срок увеличатся объемы укладки и темпы строительства, будут получены более совершенные и более дешевые материалы, будут найдены новые технологии сооружения и текущего содержания, изменятся социальные условия.

Кроме описанных задач определения срока окупаемости безбалластного пути и дисконтированного дохода при заданной интенсивности движения с помощью разработанного алгоритма (рисунок 2.10) можно:

- проводить сравнительную технико-экономическую оценку применения того или иного варианта путевой инфраструктуры и иных инфраструктурных решений;

- определять максимальную стоимость сооружения и эксплуатации безбалластного пути при заданном сроке окупаемости и интенсивности движения.

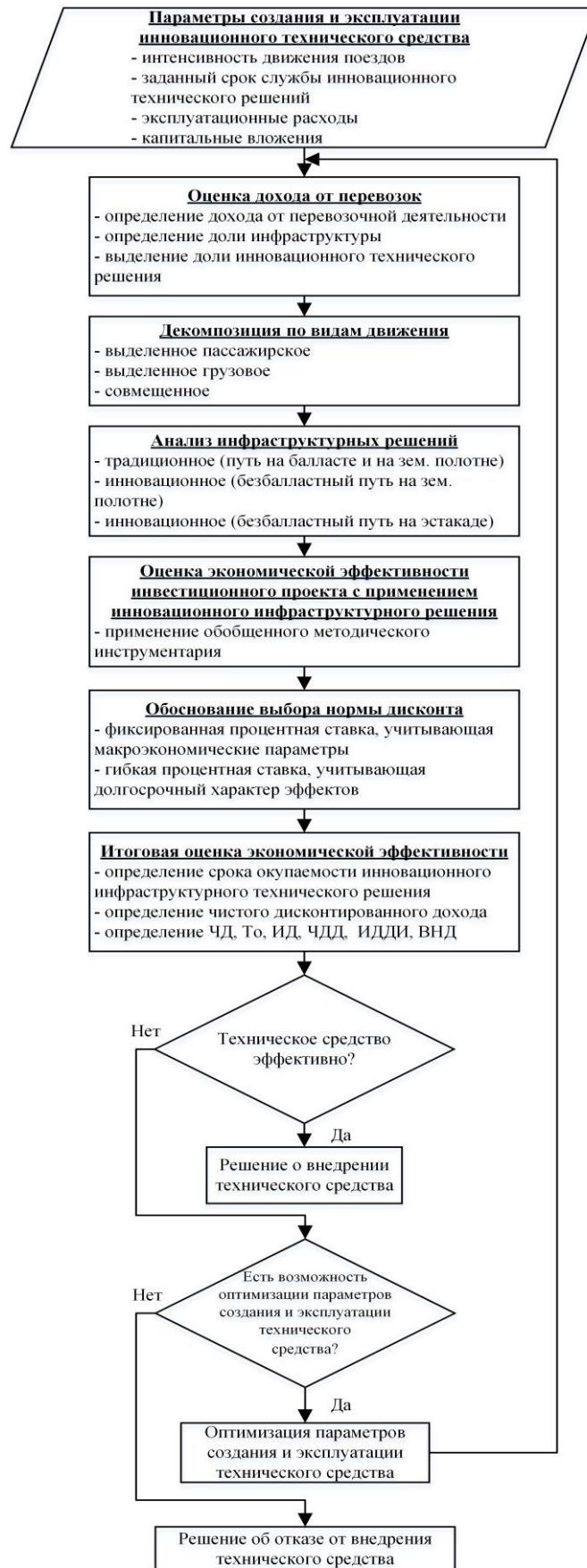


Рисунок 2.10 – Алгоритм оценки эффективности внедрения инновационных решений инфраструктуры железнодорожного транспорта

Предложенный алгоритм экономического обоснования целесообразности применения инновационных технических средств при строительстве железнодорожной инфраструктуры позволяет проводить сравнительную технико-экономическую оценку применения того или иного варианта путевой инфраструктуры и иных инфраструктурных решений. Также, как отмечается в [1], в виду различных внешних условий и рисков невозможно типизировать варианты верхнего строения пути с одинаковыми заданными прочностными и механическими характеристиками, при которых в пределах всей сети они будут удовлетворять эксплуатационно-экономическим требованиям. Поэтому установление оптимального количества типов верхнего строения, а также экономически целесообразных сфер их применения является одной из очень важных и сложных задач.

Также в [1] отмечается, что при сооружении пути на земляном полотне устройство балластной призмы является необходимым, так как грунты земляного полотна имеют значительно меньшую несущую способность, чем щебеночные материалы. В тоннелях, на виадуках, эстакадах, мостах основание, на которое укладывают путь, имеет достаточную несущую способность и монолитный элемент подрельсового основания является органической составляющей искусственного сооружения.

Помимо основного показателя экономической эффективности – ЧДД – безусловно следует оценить инвестиционный проект по сооружению безбалластного пути и по остальным показателями экономической эффективности, как статическим так и динамическим, (таблицы 1.3, 1.4.). Расчетные величины по основным показателям оценки экономической эффективности сооружения традиционного варианта пути и безбалластного пути приведены в таблицах 2.7 и 2.8.

Таблица 2.7 – Результат расчета основных показателей экономической эффективности для различных вариантов пути и вида организации движения

| Вариант путевой инфраструктуры         | Вид движения | Статические показатели |              |                      | Динамические показатели |               |           |              |
|--|--------------|------------------------|--------------|----------------------|-------------------------|---------------|-----------|--------------|
|  |              | NV (ЧД), тыс. руб.     | To (PP), лет | Нп (ИД) (ROI, PI), % | NPV (ЧДД), тыс. руб.    | To (DPP), лет | ИДДИ (PI) | IRR (ВНД), % |
| Балластный путь на земляном полотне    | Грузовое     | 6 868 600,00           | 4,7          | 11,27                | 582 178,47              | 7,9           | 1,78      | 14,72        |
|  | Пассажирское | 2 453 560,00           | 11,9         | 5,31                 | - 151 244,83            | не окуп.      | 0,8       | 6,77         |
|  | Совмещенное  | 5 344 360,00           | 5,6          | 9,21                 | 328 972,81              | 10,9          | 1,44      | 12,02        |
| Безбалластный путь на земляном полотне | Грузовое     | 7 737 050,00           | 6,2          | 8,93                 | 512 258,58              | 10,5          | 1,52      | 12,10        |
|  | Пассажирское | 3 322 010,00           | 11,6         | 4,40                 | - 221 164,72            | не окуп.      | 0,77      | 5,82         |
|  | Совмещенное  | 6 212 810,00           | 7,4          | 7,37                 | 259 052,91              | 15            | 1,26      | 10,02        |
| Безбалластный путь на эстакаде         | Грузовое     | 7 988 615,00           | 8,0          | 7,30                 | 264 731,02              | 18,1          | 1,21      | 9,57         |
|  | Пассажирское | 3 573 575,00           | 15,1         | 3,82                 | -468 692,28             | не окуп.      | 0,63      | 4,78         |
|  | Совмещенное  | 6 464 375,00           | 9,6          | 6,10                 | 11 525,36               | 46            | 1,01      | 7,98         |

\*- динамические показатели – показатели рассчитанные с применением дисконтирования. При расчетах использована ставка дисконтирования  $E=10\%$ .

Таблица 2.8 – Результат расчета основных показателей экономической эффективности для различных вариантов пути и вида организации движения

| Вариант путевой инфраструктуры                | Вид движения | Динамические показатели |               |           |              |
|---|--------------|-------------------------|---------------|-----------|--------------|
|   |              | NPV (ЧДД), тыс. руб.    | To (DPP), лет | ИДДИ (PI) | IRR (ВНД), % |
| <b>Балластный путь на земляном полотне</b>    | Грузовое     | 6 296 711,62            | 6,8           | 9,50      | 14,72        |
|   | Пассажирское | 2 570 714,28            | 16,9          | 4,47      | 6,77         |
|   | Совмещенное  | 5 010 355,40            | 8,9           | 7,76      | 12,02        |
| <b>Безбалластный путь на земляном полотне</b> | Грузовое     | 6 387 008,97            | 8,8           | 7,54      | 12,10        |
|   | Пассажирское | 2 661 011,63            | 16,8          | 3,73      | 5,82         |
|   | Совмещенное  | 5 100 652,75            | 10            | 6,23      | 10,02        |
| <b>Безбалластный путь на эстакаде</b>         | Грузовое     | 6 548 307,47            | 11            | 6,16      | 9,57         |
|   | Пассажирское | 2 822 310,12            | 21,9          | 3,22      | 4,78         |
|   | Совмещенное  | 5 261 951,24            | 14            | 5,15      | 7,98         |

\*- динамические показатели – показатели рассчитанные с применением дисконтирования. При расчетах использована переменная во времени ставка дисконтирования  $E$ .

### *Эффект от малообслуживаемости путевой инфраструктуры*

Снижение расходов на текущие содержание и ремонты является основным преимуществом безбалластного пути. С середины XX века многими специалистами выделяется балластный слой как наиболее слабое звено среди всех элементов ВСП. В связи с этим, практически все исследования по усовершенствованию работы и надежности ВСП направлены на увеличение площади опирания шпал (подрельсового основания) и на омоноличивание балластной призмы [17].

Абсолютно прорывной эффект (эффект от минимизации текущих расходов) призван привести в путевое хозяйство безбалластный путь. В связи с этим целесообразно рассчитать эффект от сокращения данных затрат. Также следует отметить, что элементы, применяемые в безбалластном пути представляют собой группу малообслуживаемых элементов пути. Это и скрепления, и железобетонное подрельсовое основание, и опорная монолитная плита. Следовательно, эффект, получаемый от применения безбалластного варианта путевой инфраструктуры, должен носить название «эффект от малообслуживаемости».

При эксплуатации путевой инфраструктуры, в частности верхнего строения пути, следует выделять основные виды, назначения и состав путевых работ при техническом обслуживании пути [94]. В рамках диссертационного исследования рассмотрены средний ремонт и планово-предупредительный ремонт, а так же текущее содержание, как традиционного варианта пути, так и безбалластного (таблицы 2.9 – 2.12) [94, 95].

Данный эффект или эффект в сфере эксплуатации возможно определить, как:

$$\mathcal{E}_3 = \sum_{n=1}^T (\Delta \mathcal{E}_{\text{тек.с } i} \alpha_t + \Delta Z_{\text{рем.}i} \alpha_{t_i}) \quad (2.4)$$

где,  $\Delta \mathcal{E}_{\text{тек.с } i}$  – экономический результат (эффект), определяемый, как разность расходов на текущее содержание по вариантам, в части, зависящей от типа верхнего строения пути;



$\Delta Z_{\text{рем.}i}$  – разность дополнительных единовременных затрат на ремонты пути, зависящая от типа элементов верхнего строения пути;

$\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования для шага расчета;

$\alpha_{t_i}$  – коэффициент дисконтирования для шага расчета, в котором осуществляются соответствующие виды ремонтов.

В свою  $\Delta K_{\text{рем.}i}$  очередь является сравнением по двум видам ремонта:

$$\Delta Z_{\text{рем.}i} = \Delta Z_c \alpha_{tc} + \Delta Z_b \alpha_{tb} \quad (2.5)$$

где,  $\Delta Z_c$  – разность дополнительных единовременных затрат на средний ремонт пути, зависящая от типа элементов верхнего строения пути;

$\Delta Z_b$  – разность дополнительных единовременных затрат на планово-предупредительный ремонт пути, зависящая от типа элементов верхнего строения пути;

$\alpha_{tc}$ ,  $\alpha_{tb}$  – коэффициент дисконтирования для шага расчета, в котором осуществляются соответственно средний и планово-предупредительный ремонты.

Таблица 2.9 – Единичные эффекты в сфере эксплуатации (ремонты)\*

| Вид ремонта                         | Стоимость на 30 км, тыс. руб. |                    | Эффект, тыс. руб. |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
|                                     | Путь на балласте              | Безбалластный путь |                   |
| 1. Средний ремонт                   | 120 000,0                     | -                  | 120 000,0         |
| 2. Планово-предупредительный ремонт | 60 000,0                      | -                  | 60 000,0          |

\*- данные по результатам испытаний АО «ВНИИЖТ»

Таблица 2.10 – Эффекты в сфере эксплуатации (ремонты) на период  $T=30$  лет\*

| Вид ремонта                         | Стоимость на 30 км, тыс. руб. |               |                    | Эффект, тыс. руб.** |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------------|---------------------|
|                                     | Путь на балласте              | Периодичность | Безбалластный путь |                     |
| 1. Средний ремонт                   | 120 000,0                     | 2             | -                  | 171 538,17          |
| 2. Планово-предупредительный ремонт | 60 000,0                      | 3             | -                  | 85 769,08           |

\*- данные по результатам испытаний АО «ВНИИЖТ»

\*\* - в расчетах использована изменяющаяся по периодам норма дисконта

Таблица 2.11 – Единичный эффект сфере эксплуатации (текущее содержание)\*

| Вид                | Стоимость на 30 км, тыс. руб. |                    | Эффект, тыс. руб. |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
|                    | Путь на балласте              | Безбалластный путь |                   |
| Текущее содержание | 9 000,0                       | 3 000,0            | 6 000,0           |

\*- данные по результатам испытаний АО «ВНИИЖТ»

Таблица 2.12 – Эффект в сфере эксплуатации (текущее содержание) на период  $T=60$  лет\*

| Вид ремонта        | Стоимость на 30 км, тыс. руб. |               |                    |               | Эффект, тыс. руб.** |
|--------------------|-------------------------------|---------------|--------------------|---------------|---------------------|
|                    | Путь на балласте              | Периодичность | Безбалластный путь | Периодичность |                     |
| Текущее содержание | 9 000,0                       | 60            | 3 000,0            | 60            | 303 815,83          |

\*- данные по результатам испытаний АО «ВНИИЖТ»

\*\* - в расчетах использована изменяющаяся по периодам норма дисконта

Как следует из таблиц 2.9 – 2.12, при таком промежуточном итоге и подходе к концепции безбалластного пути, как к варианту, который практически не требует эксплуатационных затрат (т.е. расходов по основным видам деятельности, в том числе по перевозочным видам деятельности), достигается достаточно значительный эффект, который, в свою очередь, говорит о перспективности данного технического решения. Безбалластное верхнее строение пути отвечает всем требованиям развития железнодорожной отрасли и долгосрочного развития транспорта РФ. Безусловно, количество экспериментов и опыт укладки безбалластного пути будут давать все более актуальные данные по поводу эксплуатационных затрат, как на возможные ремонты пути (с применением безбалластного пути) так и на текущее содержание [105].

### Выводы по второй главе

Во второй главе работы произведено совершенствование методического инструментария оценки экономической эффективности реализации проектов строительства железнодорожных магистралей с применением инновационных

решений. Произведен анализ инновационного решения (безбалластный путь), который позволил выявить основные преимущества и недостатки данного варианта путевой инфраструктуры перед традиционным вариантом – путь на балласте. В дополнение отобраны факторы, влияющие на увеличение или снижение стоимости жизненного цикла безбалластного пути. Рассмотрены экономические риски, которые оказывают значительное влияние на экономическую оценку и на экономический инструментарий, поскольку имеют сложную структуру и дискретную периодичность возникновения. Также, произведена декомпозиция перевозочного процесса в зависимости от вида организации движения с дальнейшим выбором инновационного инфраструктурного решения. Описан подход к выбору метода определения ставки дисконтирования, а также, сформулирована концепция применения переменной во времени нормы дисконтирования при реализации долгосрочных инфраструктурных проектов (к которым относится и новое железнодорожное строительство с применением инновационных решений). С учетом вышеперечисленного произведена оценка экономической эффективности реализации проектов строительства железнодорожных магистралей с применением инновационных решений на примере применения безбалластного варианта пути, с расчетом как статических, так и динамических показателей. В дополнение к этому определена сравнительная эффективность по двум вариантам. Предложен экономический эффект для подобного рода решений – эффект от малообслуживаемости или экономический эффект в сфере эксплуатации.

### **ГЛАВА 3. КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

#### **3.1 Оценка экономической перспективности инновационных решений в области железнодорожной инфраструктуры**

Путевое хозяйство оказывает очень значительное влияние на экономические результаты деятельности железных дорог.

Во-первых, это связано с высокой капиталоемкостью, затратноемкостью и трудоемкостью путевого хозяйства. Так, доля путевого хозяйства в инфраструктурных расходах Российских железных дорог составляет почти 50%, в общих эксплуатационных расходах около 25% [114].

Во-вторых, от технических параметров и состояния путевой инфраструктуры во многом зависят скорости движения поездов и степень использования скоростных возможностей подвижного состава. Например, на сети железных дорог средневзвешенная допускаемая скорость движения поездов примерно на 40 км/час ниже конструкционной скорости, а фактическая ходовая скорость - еще существенно ниже [53]. Эти значительные потери скорости в решающей степени связаны с состоянием путевой инфраструктуры. Как показывает исторический анализ, проведенный в работе [64], транспортная инфраструктура и средства передвижения должны развиваться параллельно и гармонично. Только такое технико-экономическое развитие дают устойчивые долгосрочные эффекты для всей транспортной системы [101, 115, 117].

Технические параметры и состояние путевой инфраструктуры имеют ключевое значение для системного повышения и скоростей, и весов поездов, необходимость и возможность достижения которого на инновационной основе обоснована в работе [68]. Поэтому актуальными являются поиск и экономическая оценка инновационных вариантов путевой инфраструктуры, позволяющих

снизить стоимость их содержания и улучшить эксплуатационные показатели и качество перевозок [81].

Одним из таких вариантов (который разделяется на ряд подвариантов) является применение безбалластного пути [93, 107]. Безбалластный путь по сравнению с традиционным вариантом (путь на балласте) характеризуется более высокими затратами на строительство при существенном снижении затрат на текущее содержание пути. Однако, с учетом дисконтирования экономии на текущем содержании пути, эти эффекты практически обнуляются при норме дисконта 0,1 начиная с третьего десятилетия срока службы пути, а при норме дисконта 0,2 - уже начиная со второго десятилетия срока службы [109, 110]. Учитывая, что срок службы безбалластного пути должен составлять 60 лет, получается, что бóльшая часть текущей экономии практически не учитывается при расчете чистого дисконтированного дохода, что крайне отрицательно сказывается на расчетных показателях эффективности безбалластного пути [20].

Это является частным случаем общей проблемы оценки долгосрочной эффективности транспортной инфраструктуры: с одной стороны, она генерирует «вековые» социально-экономические эффекты, с другой – дисконтирование «обнуляет» эти эффекты уже через несколько десятилетий [61].

Одним из путей решения данной проблемы является использование экономического подхода к отбору перспективных инновационных проектов в сфере железнодорожного транспорта, обоснованного в работе [27]. Его суть заключается в том, что, если инновационный проект или техническое решение, значительно улучшая натуральные показатели транспортной системы, требует столь существенных затрат, что оценка с помощью традиционных критериев экономической эффективности не подтверждает целесообразность его реализации, такой проект или решение следует рассматривать в качестве потенциально эффективного. Оценивать потенциальную эффективность (перспективность) инновационных проектов предложено на основе индекса инновационности, который, в случае взаимной дополняемости выделенной фокус-

группы натуральных показателей может быть определен как средневзвешенная величина индексов этих показателей.

Применим указанный подход для оценки перспективности (потенциальной эффективности) безбалластного варианта пути. Данный вариант отличается от традиционного, помимо стоимостных показателей, которые непосредственно учитываются при расчете показателей эффективности, тремя натуральными показателями – скоростью строительства, скоростью движения поездов и сроком службы. (Причем, если первый из этих показателей для безбалластного верхнего строения пути значительно ниже, чем для традиционного, то остальные два существенно выше).

Перечисленные показатели являются не технико-технологическими характеристиками варианта инфраструктурного решения (такими как возможность регулировки геометрии рельсовой колеи и устойчивость бесстыкового пути), а натуральными показателями, влияющими на эффективность железнодорожной инфраструктуры (а значит – имеющих экономическое значение). В то же время, денежное выражение каждого из этих показателей для учета, например, при расчете чистого дисконтированного дохода, является проблематичным.

Сравнивая скорость строительства безбалластного пути и традиционного, следует отметить, что с учетом накопленного опыта и существующей технической базы традиционный путь на балласте имеет более высокие темпы укладки. Экономическое же значение скорости строительства определяется как ее влиянием на время «замораживания» вкладываемых инвестиций и отдаление начала получения эффектов от перевозок, так и влиянием на точность прогноза объемов перевозок и всех экономических показателей строящейся линии. И если первое обстоятельство довольно просто учесть при расчете общепринятых показателей эффективности, то второе – нет, а следовательно, данный показатель обладает самостоятельной значимостью в натуральном измерении.

Скорость движения поездов является экономическим показателем [53, 54], однако ее адекватная всесторонняя денежная оценка требует специальных

исследований, и для принципиальной оценки перспективности инновационных технических решений скорость может быть использована в качестве натурального показателя.

Срок службы безбалластного верхнего строения пути экономически значим с точки зрения отдаления затрат на замену пути и увеличения периода получения эффектов. Однако эффекты за пределами 40-летнего горизонта расчета практически обнуляются даже при очень низкой норме дисконта. Поэтому срок службы безбалластного пути также целесообразно использовать в качестве натурального показателя. Таким образом, использование перечисленных показателей для оценки экономической перспективности (потенциальной эффективности) безбалластного верхнего строения пути соответствует той философии оценки инновационных проектов и решений, которая представлена в работе [27], и эти показатели можно рассматривать в качестве фокус-группы для проведения такой оценки (таблица 3.1).

Особо надо остановиться на экспертно определенных весах показателей, используемых для расчета индекса инновационности безбалластного пути. Повышение скорости движения поездов - ключевое преимущество безбалластного пути (помимо снижения стоимости текущего содержания, не входящего в фокус-группу), поэтому его вес является превалирующим (0,6), а оставшаяся величина (0,4) распределяется между двумя другими показателями следующим образом. Скорость строительства, как было показано выше, экономически значимый показатель, поэтому его вес также должен быть значимой величиной. Но экономическое значение срока службы транспортной инфраструктуры существенно больше, чем скорость строительства с учетом ее нацеленности на генерацию сверхдолгосрочных эффектов. Поэтому вес скорости строительства принят равным 0,1, а срока службы - 0,3.

Таблица 3.1 – Оценка инновационности варианта железнодорожной инфраструктуры

| <b>Показатели<br/>фокус-группы</b>       | <b>Индексы показателей<br/>инновационного<br/>варианта по отношению<br/>к базовому</b> | <b>Веса<br/>показателей</b> | <b>Составляющие<br/>индекса<br/>инновационности</b> |
|--|--|-----------------------------|---|
| <i>1</i>                                 | <i>2</i>   | <i>3</i>                    | <i>4</i>  |
| <b>Скорость<br/>строительства</b>        | 0,33   | 0,1                         | 0,033   |
| <b>Скорость<br/>движения<br/>поездов</b> | 1,40   | 0,6                         | 0,840   |
| <b>Срок службы</b>                       | 1,50   | 0,3                         | 0,450   |
| <b>ИТОГО</b>                             | -  | 1,0                         | 1,323   |

Значение индекса инновационности для инновационного варианта железнодорожной инфраструктуры значительно больше единицы, что свидетельствует о его перспективности, т.е. потенциальной эффективности. Из таблицы 3.1 видно, что немаловажное значение для повышения индекса инновационности безбалластного пути имеет ускорение его строительства. Так, если бы удалось соорудить безбалластный путь с такой же скоростью, как традиционный, индекс инновационности возрос бы до 1,390. При этом, вследствие уменьшения продолжительности «замораживания» инвестиций и приближения срока получения эффектов от эксплуатации железнодорожной линии, улучшились бы и традиционные показатели эффективности инвестиций. Для их улучшения крайне важно также удешевление сооружения элементов безбалластного пути, которое в настоящее время существенно выше, чем традиционных, особенно при эстакадном варианте строительства [23, 91]. В то же время, применение эстакадного варианта позволяет кардинально повысить терраэффективность железнодорожной линии [55], поэтому может быть предпочтительным вариантом в агломерациях и других густонаселенных районах или иных районах с высокой ценностью земельных угодий.



Таким образом, проведенная оценка свидетельствует не только об экономической перспективности (потенциальной эффективности) применения безбалластного пути, но и позволяет определить инструменты превращения потенциальной эффективности в реальную.

### **3.2 Оценка экономического эффекта от рационального использования территории при размещении объектов транспортной инфраструктуры**

Как было заключено выше, при рассмотрении безбалластного пути и экономическом обосновании сфер его применения, необходимо во-первых – сравнить его с существующей инфраструктурой путевого хозяйства (традиционный вариант пути – рельсошпальная решетка на балласте), во-вторых – рассмотреть сооружение безбалластного пути как на земляном полотне, так и на эстакаде.

Так, в работе [55] вводится и рассматривается новое понятие «терраэффективность». Терраэффективность транспортной системы – экономическая категория, характеризующая соотношение объемов перевозок и их экономических результатов с площадью поверхности земли, используемой для размещения транспортной системы.

Вариант сооружения безбалластного пути на эстакаде как раз является наиболее эффективным с точки зрения занимаемой площади земли, и, как следствие, формирует соответствующие экономические эффекты, которые можно классифицировать в качестве общей категории – терраэффект.

Категория «терраэффективность» коррелирует с категорией «пространственная эффективность» транспортной системы, но не идентична ей. Терраэффективность характеризует использование пространства поверхности земли, выделенного для размещения транспортной системы, а пространственная эффективность – использование транспортного пространства, ограниченного габаритами приближения строения или иными транспортными габаритами, безотносительно к площади землеотвода. (Более подробно пространственная

эффективность транспорта рассмотрена в работах [55, 69].) При прочих равных условиях повышение пространственной эффективности транспортной системы повышает и ее терраэффективность. С другой стороны, подземная или эстакадная транспортная система может характеризоваться меньшей пространственной эффективностью, чем наземная, но при этом – большей терраэффективностью. Или, например, пространственная эффективность наземных и подземных участков линии метро примерно одинакова, а терраэффективность кардинально отличается.

В работе [55] приводится формула, согласно которой возможно определить приведенный экономический эффект при сравнении различных транспортных систем. Данная формула также может быть использована и для определения эффекта при выборе различных инфраструктурных транспортных решений, в частности, путевой инфраструктуры (верхнее и нижнее строение пути):

$$\mathcal{E}_{\text{прив}}^{\text{инф}} = \Delta K_{\text{инв}} \times i + \Delta C_{\text{экспл}} + \mathcal{E}_{\text{доп}} \quad (3.1)$$

где  $\Delta K_{\text{инв}}$  – экономия инвестиционных затрат на сооружение выделено-эстакадной и альтернативной инфраструктуры железнодорожного сообщения;

$i$  – ставка процента на используемый капитал;

$\Delta C_{\text{экспл}}$  – экономия по годовым эксплуатационным затратам;

$\mathcal{E}_{\text{доп}}$  – дополнительные эффекты при сравнении различных вариантов инфраструктурных решений (к примеру, традиционный путь на балласте и на земляном полотне и безбалластный путь на эстакаде).

Инвестиционные затраты на сооружение инфраструктуры пути (на эстакаде) должны определяться для конкретного проекта и сопоставляться с конкретными вариантами альтернативных инфраструктурных решений с учетом стоимости землеотвода. Они могут быть как выше, так и ниже инвестиций в альтернативное инфраструктурное решение, поэтому в формуле введен параметр  $\Delta K_{\text{инв}}$ .

В целом, инвестиции в транспортную отрасль предполагают формирование долгосрочных социально-экономических эффектов, с помощью которых

происходит повышение общественного благосостояния и стимулируется экономический рост [69].

В формуле (3.1), по сравнению с первоначальным видом, уточнено содержание параметра  $\Delta C_{\text{экспл}}$  и введен дополнительный параметр  $\mathcal{E}_{\text{доп}}$ , отвечающий специфике рассматриваемой предметной области.

Ввиду более детального рассмотрения только одной составляющей инфраструктуры (путевой), следует остановиться на отличающемся в расчете параметре  $\Delta C_{\text{экспл}}$ . В данном случае, разница годовых эксплуатационных затрат может быть определена по следующей формуле:

$$\Delta C_{\text{экспл}} = \sum \Delta C \alpha_t + \sum \Delta Z_i \alpha_t \quad (3.2)$$

где  $\Delta C$  – экономия затрат, связанных с текущим содержанием;

$\Delta Z_i$  – экономия единовременных затрат на ремонты;

$\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования.

Эффект  $\mathcal{E}_{\text{доп}}$ , как было сказано выше, подразумевает под собой набор различных эффектов, которые характеризуют результат сравнения с той или иной путевой инфраструктурой. При сравнении традиционного варианта пути на балласте и на земляном полотне с безбалластным верхним строением пути на эстакаде,  $\mathcal{E}_{\text{доп}}$  будет включать в себя следующие эффекты:

$$\mathcal{E}_{\text{доп}} = \mathcal{E}_{\text{сокр. труд.}} + \mathcal{E}_{\text{прост. дост.}} + \mathcal{E}_{\text{вык. зем.}} + \mathcal{E}_{\text{стр. мат.}} + \mathcal{E}_{\text{водоотв.}} + \mathcal{E}_{\text{огражд.}} \quad (3.3),$$

где  $\mathcal{E}_{\text{сокр. труд.}}$  – эффект от сокращения трудозатрат. Возможен к рассмотрению как прямой, так и косвенный эффект;

$\mathcal{E}_{\text{прост. дост.}}$  – эффект от сохранения пространственной доступности (социальной инфраструктуры) после сооружения железнодорожной линии;

$\mathcal{E}_{\text{вык. зем.}}$  – эффект от выкупа (изъятия) земли при строительстве;

$\mathcal{E}_{\text{стр. мат.}}$  – эффект от снижения потребности в притрассовых карьерах, используемых для отсыпки земляного полотна;

$\mathcal{E}_{\text{водоотв.}}$  – эффект от сокращения (полного отсутствия) необходимости устройства продольного водоотвода и водопропускных сооружений;

$E_{\text{огражд}}$  – эффект от снижения (полного отсутствия) ограждения.

Оценка терраэффекта создает основу для реализации эффективного стратегического маркетинга в транспортной отрасли, а также должна учитываться при расчете агломерационного эффекта, в концепции определения которого заключено, что компактно размещенные объекты всегда эффективнее, чем объекты, размещенные изолированно или рассеянно [56, 57].

### **3.3 Оценка экономических перспектив развития высокоскоростной транспортной инфраструктуры**

Повышение скорости перемещения было и остается извечным стремлением человечества. Оно сыграло ключевую роль в становлении и развитии человеческого общества [63]. Особенно важным является повышение скоростей транспортного сообщения для России, учитывая огромную территорию нашей страны [51, 54]. Следует отметить и макроэкономическое значение тенденции ускорения грузовых перевозок [59, 67], позволяющего снизить потери от «от замедления оборачиваемости оборотного капитала, воплощенного в перевозимой товарной массе».

Стремление к повышению скоростей движения во многом определяет и технический прогресс на транспорте, и рост эффективности транспортной деятельности. Поэтому не случайно скорость рассматривается как экономическая категория, а оптимизация скоростных параметров доставки товаров и поездки пассажиров – как важнейший резерв повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта [49].

Долгосрочный рост скоростей движения на железнодорожном транспорте закономерно привел к появлению высокоскоростного сообщения. Как правило, высокоскоростные железнодорожные линии предназначены для пассажирского движения. Для таких линий необходимы точность геометрии пути и большие

радиусы кривых. Однако, у существующей системы рельсового транспорта есть верхний предел скорости, который определяют ряд факторов:

- потеря сцепления колеса с рельсом. Предел скорости по сцеплению составляет примерно 370 км/ч;
- динамика движения поезда (рывки, неравномерность движения, вибрации вагонов);
- прочность колес и рельсов. Специалисты считают, что железнодорожное колесо может выдерживать скорость 350-450 км/ч, автомобильное – свыше 1000 км/ч, рельс - 1800 км/ч;
- надежная передача электроэнергии с пути движущемуся поезду - так называемая проблема токосъема. Считается, что надежный механический (контактный) токосъем обеспечивается лишь до скорости 300-350 км/ч;
- затраты на строительство и, особенно, на техническое обслуживание высокоскоростных рельсовых дорог. Последний фактор оказывается весьма значимым даже на тех железных дорогах, где максимальная скорость составляет 200-240 км/ч;
- экология: шум, вибрации, ударные волны от быстрого перемещения поезда. Эти факторы могут беспокоить как пассажиров, так и жителей зданий, расположенных вблизи железных дорог.

Принимая во внимание вышеизложенное, при существующей системе движения поездов по рельсам пределы скорости оцениваются в 340-350 км/ч [12, 30].

В то же время, наземный транспорт, развивающий скорость 350-500 км/ч и выше, оказывается предпочтительней авиации по затратам времени на поездку на расстояние до 1000 км. Ведь чтобы добраться до аэропорта крупного мегаполиса, оформить посадку, сесть в самолет, требуется более 2 часов, а если трасса бесшумного наземного транспорта сможет войти в пределы города, то затраты времени на подготовительные операции составят не более 30 мин.

Специалисты из разных стран считают, что ряд проблем, мешающих увеличению скорости поездов, можно решить, если отказаться от применения

колеса, сделать движение транспорта бесконтактным [12, 30]. При этом, отпадет проблема реализации сцепления, будет проще обеспечить динамическую устойчивость, а также снизится изнашивание путевой инфраструктуры и подвижного состава, что улучшит экономический результат перевозок.

Для построения эффективных высокоскоростных транспортных систем обоснован бесконтактный способ передачи энергии от инфраструктуры к подвижному составу – магнитно-левитационный. Однако из-за сохранения высокого уровня сопротивления окружающей воздушной среды подвижного состава реализуемая скорость ограничена уровнем 450–500 км/час. Проект транспортной системы, основанный на использовании искусственно созданной вакуумной среды для движения транспортного средства по принципу магнитной или аэролевитации, базируется на «подрывных» для традиционных видов транспорта технологиях. Физическая основа проекта – многократное снижение сопротивления воздушной среды движущемуся транспортному средству, предопределяет значительный энергетический эффект [50].

Следует отметить, что переход к вакуумно-левитационной системе от системы «колесо-рельс» будет весьма кардинальным и масштабным в связи с изменениями во всех основных компонентах транспортной системы: инфраструктуре, подвижном составе и энергетическом обеспечении. Этот процесс способен сгенерировать не только эпохальные изменения в наземном транспорте, но и рисковую составляющую.

Для того, чтобы данный переход был безболезненным, менее затратным и более эффективным, следует еще при использовании системы «колесо-рельс» получить объективные экономические оценки вариантов строительства наиболее капиталоемкой подсистемы – инфраструктуры пути.

Главный вектор развития по данному направлению уже намечен и последовательно реализуется последние 10-15 лет. Речь идет про сооружение безбалластного верхнего строения пути на эстакадах [130, 132]. Именно такой инфраструктурный базис в перспективе проектирования вакуумно-левитационного транспорта позволит осуществить более плавный переход от

одной системы к другой [47, 89]. При мероприятиях, связанных с сооружением безбалластного пути на эстакадах, решаются и многие перспективные технико-экономические задачи по созданию вакуумно-левитационной инфраструктуры, а именно – подъем пути над землей и значительное увеличение скорости движения по сравнению с традиционным вариантом пути на балласте.

С технико-технологической точки зрения безбалластный путь на эстакаде уже можно назвать фундаментом для транспорта, использующего вакуумную левитацию ввиду решаемых им задач по стабилизации геометрии пути и обеспечению необходимого уровня прочности путевой инфраструктуры.

С экономической же точки зрения, безбалластный путь решает задачу минимизации текущих затрат по обслуживанию инфраструктуры, что будет являться одним из основных преимуществ новой транспортной системы. Оценка экономической перспективности безбалластного пути показала его существенные стратегические преимущества перед традиционным вариантом [70].

На основании анализа международного опыта по абсолютным рекордам скорости движения поездов по рельсам можно сделать вывод о значительном временном интервале между установленной рекордной скоростью и ее адаптацией для эксплуатируемого подвижного состава при организации высокоскоростного движения. Из рисунка 3.1 следует, что эволюция рекордных скоростей движения находится в значительном отрыве от эксплуатационных скоростей на действующих в мире высокоскоростных железнодорожных магистралях. Очевидно, что скорости свыше 400-500 км/ч, при использовании системы «колесо-рельс», будут носить чисто экспериментальный характер, без потенциальной возможности дальнейшего применения на сети.

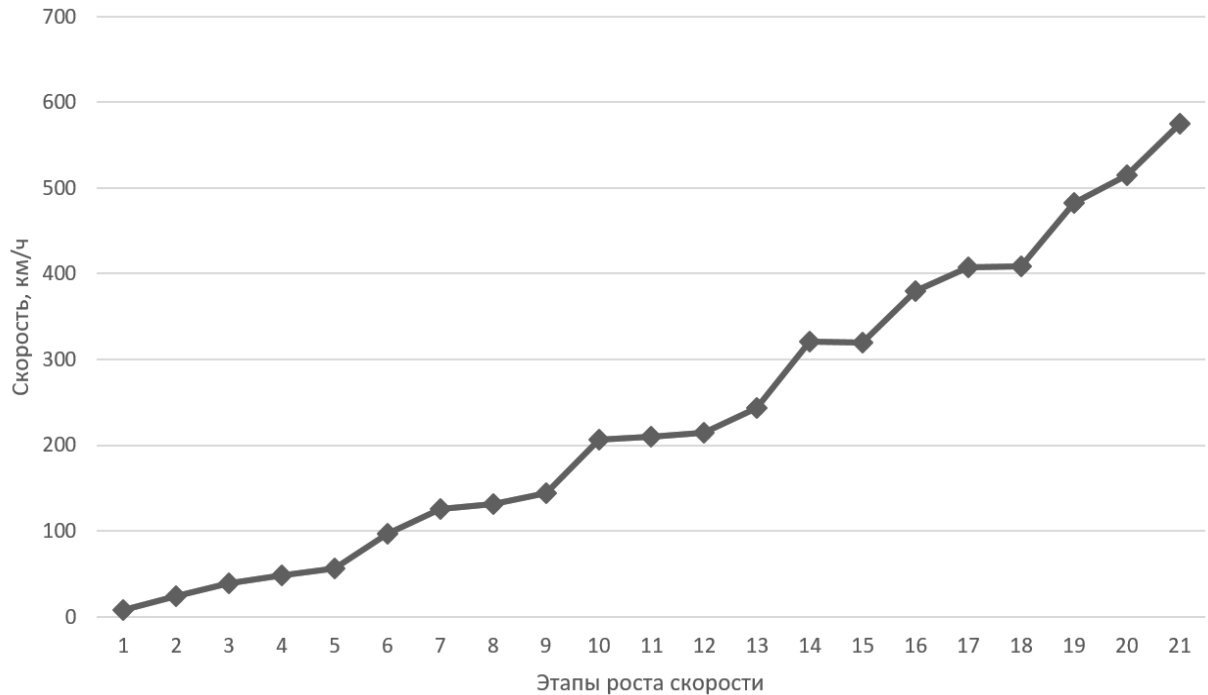


Рисунок 3.1 – Абсолютные мировые рекорды скорости рельсовых поездов, км/ч

В процессе анализа, по существующим рекордным скоростям движения было построено пять моделей линии тренда с расчетом дополнительных показателей адекватности модели ( $\bar{A}$  – средняя ошибка аппроксимации,  $R^2$  – достоверность аппроксимации и  $\sigma$  – стандартное отклонение) (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Аппроксимирующие функции моделей тренда

| Модель тренда         | Математическое представление модели                  | $\bar{A}$     | $R^2$         | $\sigma$       |
|-----------------------|--|---------------|---------------|----------------|
| Линейная              | $y = 27,579x - 67,389$                               | 49,1771       | 0,9696        | 30,2804        |
| Логарифмическая       | $y = 184,4\ln(x) - 162,5$                            | 155,8302      | 0,7526        | 86,4338        |
| Степенная             | $y = 7,8835x^{1,3777}$                               | 8,5209        | 0,9924        | 20,2617        |
| Экспоненциальная      | $y = 23,555e^{0,1711x}$                              | 33,9575       | 0,882         | 92,2261        |
| <b>Полиномиальная</b> | <b><math>y = 0,7895x^2 + 10,211x - 0,8081</math></b> | <b>8,0311</b> | <b>0,9928</b> | <b>14,7577</b> |

В результате, согласно показателям адекватности, для прогнозирования была выбрана полиномиальная модель тренда (рисунок 3.2).



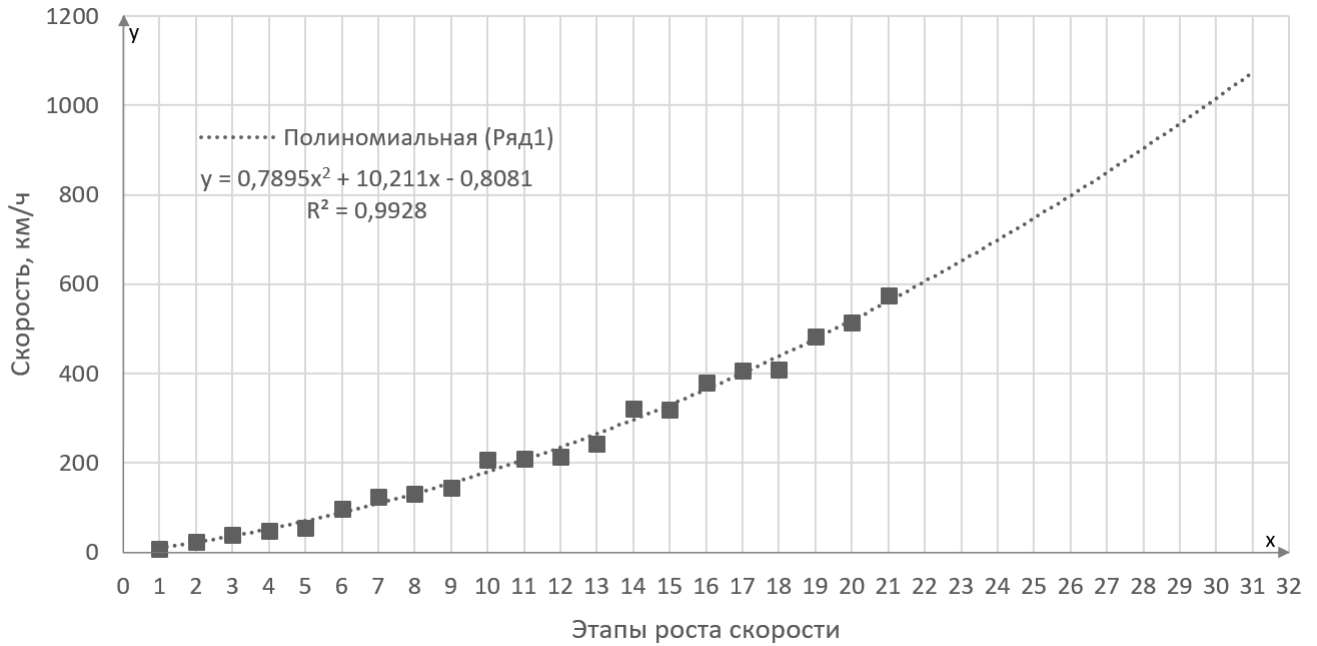


Рисунок 3.2 – Моделирование мировых тенденций роста скорости на железнодорожном транспорте

Из рисунка следует, что в ближайшие эволюционные этапы повышения скорости должна быть достигнута скорость 800-1000 км/ч и выше, которая является возможной для новой транспортной системы, основанной на принципах вакуумной левитации.

В контексте отечественного опыта повышения скоростей движения поездов, самым перспективным направлением для их дальнейшего роста представляется магистраль Москва – Санкт-Петербург. Вероятно, именно на этом направлении в России прежде всего будет исчерпан ресурс системы «колесо-рельс» (рисунок 3.3). Следовательно, данная магистраль наиболее пригодна для создания вакуумно-левитационной транспортной системы. Но для того, чтобы в будущем осуществить переход к вакуумной левитации, необходимо освоить эстакадный, безбалластный вариант сооружения инфраструктуры.

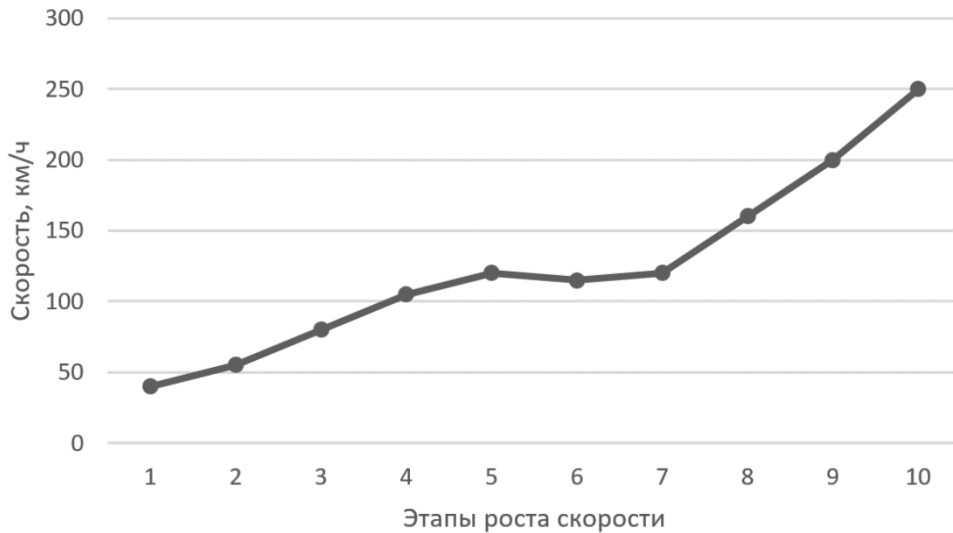


Рисунок 3.3 – Динамика максимальной установленной скорости тягового подвижного состава на Октябрьской железной дороге за 150 лет, км/ч

С помощью методов математического моделирования, можно определить тренд потенциального перехода между транспортными системами, а также выделить основные области этого перехода (рисунок 3.4).

В результате анализа, полученного с помощью полиномиальной модели тренда, можно выделить три области скоростной эволюции транспортной системы –  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  (рисунок 3.4). Их характеристики приведены в таблице 3.3.

Также следует разделить эволюцию скорости движения на зоны по типу движущей силы: зона 1 – использование подвижного состава с паровым двигателем; зона 2 – использование подвижного состава с двигателем внутреннего сгорания; зона 3 – использование подвижного состава с электродвигателем; зона 4 – применение подвижного состава, использующего для движения электромагнитное поле (Маглев, принцип вакуумной левитации и т.д.).

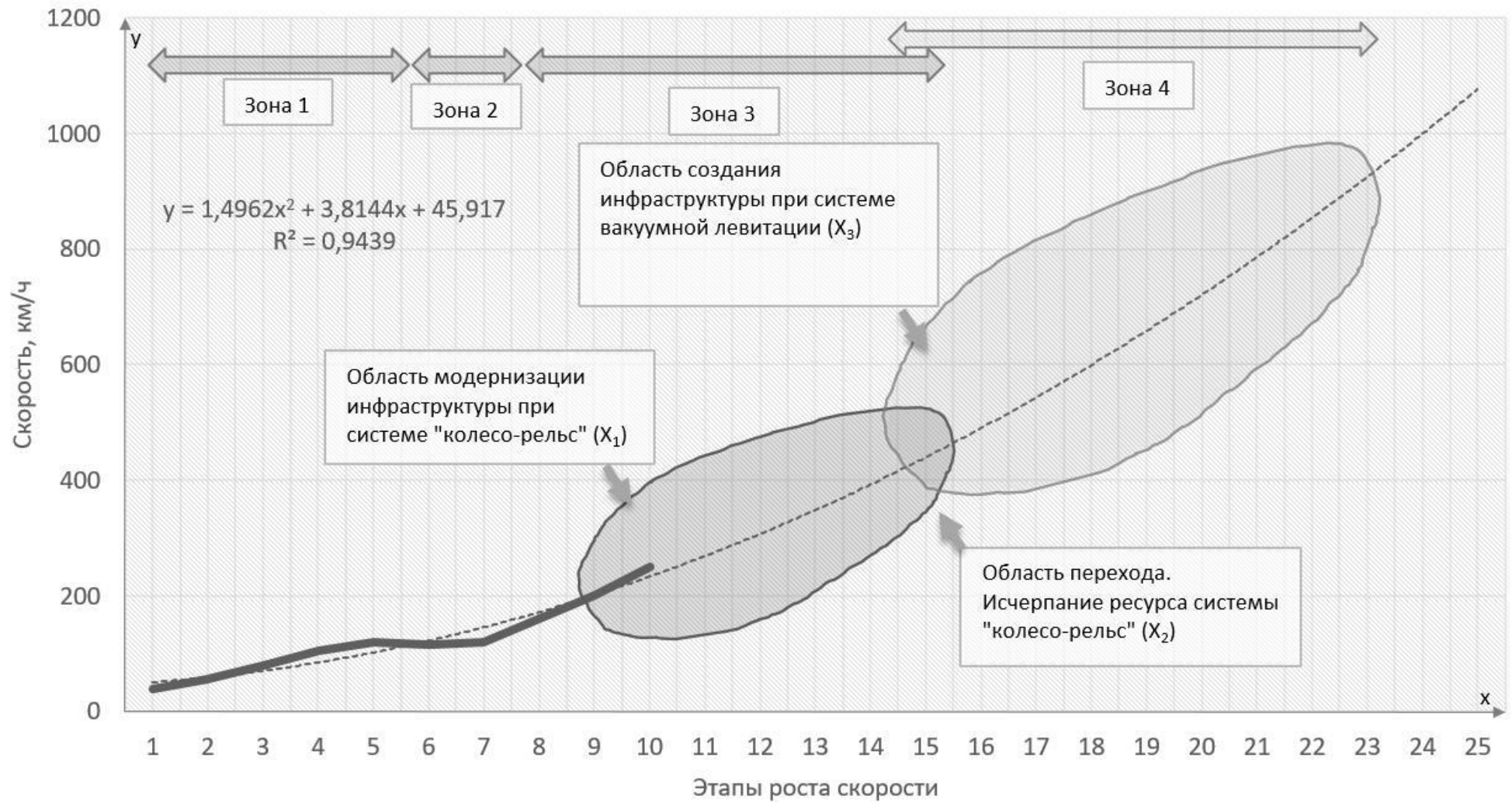


Рисунок 3.4 – Прогнозирование ключевых параметров транспортной инфраструктуры на долгосрочную перспективу

Таблица 3.3 – Характеристика областей скоростной эволюции транспортной системы

| Наименование параметра              | X <sub>1</sub>  | X <sub>2</sub>   | X <sub>3</sub>   |
|-------------------------------------|---|--|--|
| <b>Инновации</b>                    | Базисные и улучшающие   | Синергетические  | Эпохальные   |
| <b>Инвестиции</b>                   | Модернизация и новое строительство  | Завершающий этап формирования инфраструктурного базиса по системе «колесо-рельс» и переход к новой транспортной инфраструктуре | Новое строительство. Низкая рентабельность в начальный период времени. Долгосрочный экономический эффект                     |
| <b>Приращение скорости движения</b> | Плавное приращение скоростей движения до полного исчерпания ресурса системы   | Экспериментальные значения скорости для новой системы  | Кардинальное повышение скорости движения   |
| <b>Технические особенности</b>      | Поиск новых решений в области трибологии                                      | Переход от механики к электродинамике  | Поиск новых решений в области электродинамики  |
| <b>Инфраструктурные решения</b>     | Безбалластное верхнее строение пути на эстакадах. Совершенствование токосъема | Эксперименты по оптимизации существующего инфраструктурного базиса для нужд вакуумно-левитационного транспорта                 | Закрытые конструкции, поднятые над землей, с использованием принципа левитации и минимизацией сопротивления внутренней среды |
| <b>Конкурентоспособность</b>        | Конкуренция с другими видами транспорта                                       | Пик конкурентоспособности системы «колесо-рельс»   | Превосходство над другими видами транспорта в широком диапазоне дальности перевозок  |

Исходя из экономической классификации инноваций на железнодорожном транспорте [25], совершенствование системы «колесо-рельс» осуществляется с использованием базисных и улучшающих инноваций, которые не позволяют преодолеть фундаментальные технико-экономические ограничения этой

системы. Для такого преодоления нужны более радикальные, синергетические, инновации, реализация которых может открыть дорогу эпохальным инновациям, т.е. новой транспортной системе с принципиально иными пределами повышения скоростей. Очевидно, нельзя ожидать высокой рентабельности инвестиций в создание такой транспортной системы, особенно на первом этапе ее функционирования. В то же время, оно способно сгенерировать сверхдолгосрочные эффекты для экономики и общества, подобно тому, как создание сети традиционных железных дорог в XIX веке стало катализатором экономического роста [62, 65]. Поэтому целесообразны и принципиально оправданы государственные инвестиции в создание инновационной высокоскоростной транспортной инфраструктуры. Однако при их реализации необходимо соблюдать высокую осмотрительность, учитывая не только долгосрочные выгоды от создания инновационной транспортной инфраструктуры, но и неполученные эффекты от альтернативных проектов [60]. Важным обстоятельством также является возможность обеспечения долгосрочной конкурентоспособности инновационных высокоскоростных транспортных систем [41].

В работе [55] отмечено, что инфраструктура инновационных транспортных систем имеет сложную в эксплуатации и капиталоемкую инфраструктуру. Поэтому общая экономия эксплуатационных затрат может быть обеспечена, если, во-первых, себестоимость перевозок в зависящей части будет относительно низка, а, во-вторых, объем перевозок – достаточно велик. Так что и с точки зрения этого компонента эффективности, провозная способность инновационных транспортных систем имеет критически важное значение. В связи с этим, возможно определить эффект от сокращения времени, затрачиваемого пассажирами на поездку. Он может быть рассчитан по формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_H = H \times \Delta t_{\Pi} \times C_{Ht} \quad (3.4)$$

где,  $H$  – годовой пассажиропоток, чел.;

$\Delta t_{\Pi}$  – сокращение времени поездки пассажира, ч;

$C_{нт}$  – стоимостная оценка пассажиро-часа, руб.

На основании приращений скорости по этапам (начиная с 11-го этапа) представленных на рисунке 3.4, возможно определить экономию времени от увеличения скорости движения и оценить формируемый при этом экономический эффект.

Стоимостная оценка пассажиро-часа требует специальной скрупулезной оценки для условий конкретного направления. Для укрупненной оценки с целью порядкового определения потенциального эффекта она может быть принята на уровне 1000 руб./пасс.-ч. При этом расчет выполнен для количества пассажиров равного 1000 тыс. чел. Графическое отображение эффекта от увеличения скорости движения при указанной величине стоимости пассажиро-часа представлено на рисунке 3.5.

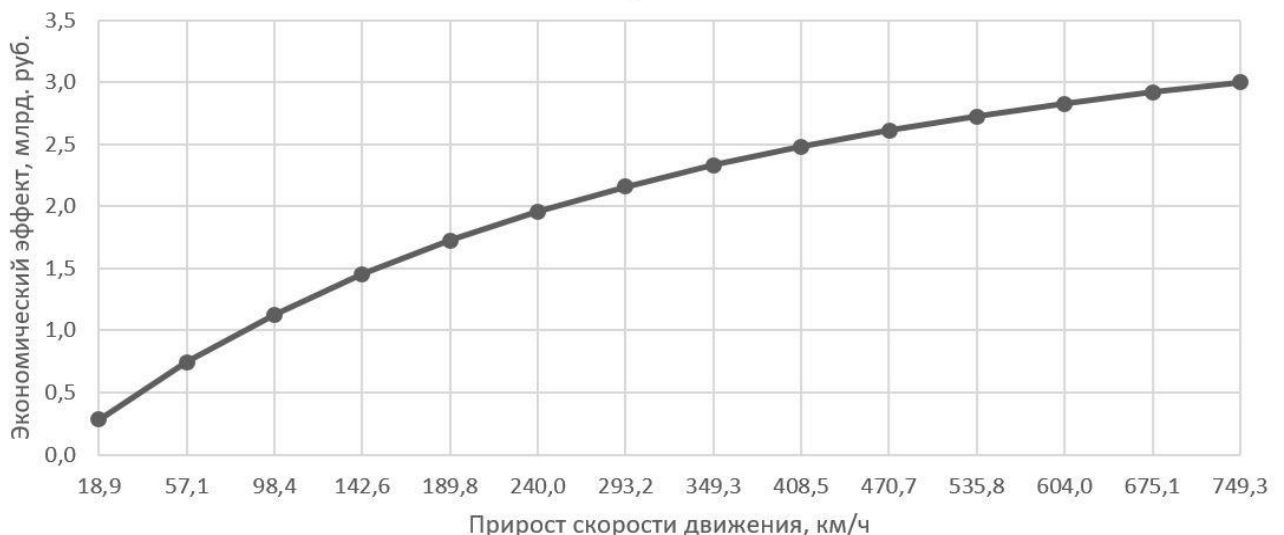


Рисунок 3.5 – Экономический эффект для вариантов технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры, млрд. руб.

Таким образом, на современном этапе развития экономики и общества кардинально возрастают требования к скоростным параметрам транспортных систем. Долгосрочное моделирование динамики скоростей, достигаемых на железнодорожном транспорте, показывает возможность и необходимость перехода скоростей движения поездов в диапазон 400-550 км/ч, а затем – до 1000 км/ч и выше. Такие скорости не могут быть реализованы в рамках системы

«колесо-рельс», что формирует предпосылки для создания принципиально иных наземных транспортных систем: магнито-левитационных, вакуумно-левитационных.

Для того, чтобы обеспечить экономическую эффективность перехода к таким транспортным системам, целесообразно уже в рамках системы «колесо-рельс» сформировать опыт создания и эксплуатации инновационных инфраструктурных решений.

Инновационные транспортные системы, использующие безбалластный путь, позволяют сгенерировать долгосрочные социально-экономические эффекты и будут способствовать обеспечению стратегической конкурентоспособности наземного поездного сообщения.

### **Выводы по третьей главе**

Результаты исследований, представленных во второй и третьей главах настоящего диссертационной работы позволяют составить сводный перечень показателей и представить их в виде обобщающей таблицы для оценки экономической эффективности применения инновационных решений при железнодорожном строительстве (табл. 3.4).

Помимо основных показателей экономической эффективности (расчет которых является минимальным требованием для оценки любого инвестиционного проекта) и методов по обоснованию нормы дисконтирования, в рамках разработки научного инструментария для оценки экономической перспективности стратегических решений в транспортном строительстве целесообразно осуществлять расчет следующих показателей:  $\mathcal{E}_m$  – эффект от малообслуживаемости в сфере эксплуатации варианта путевой инфраструктуры,  $I_{инн}^п$  – индекс инновационности рассматриваемого инфраструктурного решения и  $\mathcal{E}_{прив}^{инф}$  – терраэффект рассматриваемого инфраструктурного решения.

Таблица 3.4 – Сводный перечень показателей для расчета экономической эффективности проекта нового железнодорожного строительства с применением инновационных решений\*

| Показатели   | Расчетная формула, пояснения   |
|--|--|
| <b>1. Простой метод (статический)</b>  |  |
| Чистый доход (ЧД)  | $NV = \sum_{n=1}^m CF_n - \sum_{n=0}^m IC$   |
| Срок окупаемости (То)  | $PP = n, \text{ при } \sum_{n=1}^m CF_n \geq \sum_{n=0}^m IC$  |
| Простая норма прибыли (Нп) или Индекс доходности (ИД)  | $ROI = \frac{CF_{cp}}{IC}$   |
| <b>2. Метод дисконтирования (динамический)</b>   |  |
| Чистый дисконтированный доход (ЧДД)  | $NPV = \sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+d)^n} - \sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+d)^n}$  |
| Срок дисконтированных окупаемости инвестиций (То)  | $DPP = n, \text{ при } \sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+d)^n} \geq \sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+d)^n}$   |
| Индекс дисконтированных доходности инвестиций (ИДДИ)   | $PI = \frac{\sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+d)^n}}{\sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+d)^n}}$   |
| Внутренняя норма доходности (ВНД)  | $IRR = d, \text{ при } \sum_{n=1}^m \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} - \sum_{n=0}^m \frac{IC}{(1+IRR)^n} = 0$  |
| <b>3. Дополнительные показатели</b>  |  |
| Эффект от малообслуживаемости в сфере эксплуатации варианта путевой инфраструктуры (Э <sub>м</sub> ) | $\Delta \mathcal{E} = \sum_{n=1}^T \Delta \mathcal{E}_{\text{тек.с.}i} + \Delta K_{\text{рем.}i}$  |
| Индекс инновационности   | $I_{\text{инн}}^n = \begin{cases} \sum_{j=1}^n I_{\text{кпэ}j} \times \alpha_j \\ \prod_{j=1}^n I_{\text{кпэ}j} \\ I_{\text{компл}} \end{cases}$                                 |
| Терраэффект от реализации инфраструктурного решения  | $\mathcal{E}_{\text{прив}}^{\text{инф}} = \pm \Delta K_{\text{инв}} \times i + \Delta C_{\text{экспл}} + \mathcal{E}_{\text{доп}}$   |
| Динамический коэффициент дисконтирования с изменяемой нормой дисконта                                | $\alpha_t = \frac{1}{\left(1 + \frac{E}{(1+E)^t}\right)^t}$  |
| Область (зона) скоростной эволюции в транспортной системе  | Выбор стратегического решения в области строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с учетом зон X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> |

\*- составлено автором с использованием источников [3, 6, 27, 45]



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный экономический анализ строительства и технического перевооружения железных дорог с применением инновационного решения, показал, что имеют место долгосрочные экономические эффекты требующие совершенствования методической базы экономической оценки. В этой связи, инструментарий оценки эффективности таких решений требует развития.

В результате проведенного диссертационного исследования получены следующие основные результаты:

- 1) Выявлена необходимость и определены пути совершенствования методического инструментария оценки экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры, позволяющего осуществлять рациональное обоснование сооружения новых железных дорог с применением инновационных решений, формирующих долгосрочные экономические эффекты.
- 2) По результатам анализа методик оценки экономической эффективности инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры, относящихся к периодам как к плановой, так и к рыночной экономики, выявлены основные преимущества и недостатки данных методик. Результатом анализа явилась группировка методик, а также их обобщение с формулированием предложений по использованию обобщенного методического инструментария в современных условиях.
- 3) По результатам анализа методик и выявления основных расчетных показателей для оценки экономической эффективности применения инновационных решения при новом железнодорожном строительстве, а также с учетом специфики объектов транспортной инфраструктуры сформулированы предложения по выбору нормы дисконта с учетом ее влияния на эффективность реализации долгосрочных инфраструктурных проектов.

- 4) Выявлен вид эффекта от реализации инновационных решений при строительстве и перевооружении объектов железнодорожной инфраструктуры, возникающий в процессе их эксплуатации – «эффект от малообслуживаемости» и предложен методический подход к его определению.
- 5) Для управления стоимостью и сроками реализации проектов строительства и технического перевооружения транспортной инфраструктуры предложен алгоритм оценки эффективности внедрения инновационного инфраструктурного решения.
- 6) Адаптирована к сфере железнодорожной инфраструктуры методология оценки экономической перспективности инновационных решений и рассчитан индекс инновационности перспективных технических решений для инновационной варианта путевой инфраструктуры.
- 7) Установлено, что при создании или модернизации транспортной инфраструктуры с использованием инновационных решений необходима и возможна максимальная экономически обоснованная адаптация железнодорожной линии к территориальным условиям. В связи с этим, предложена методика определения терраэффекта инновационного технического решения в сфере железнодорожной инфраструктуры в рамках концепции терраэффективности транспортной системы.
- 8) Показано, что новое железнодорожное строительство с применением инновационных решений, в частности, с применением безбалластного пути, должно послужить основой для формирования экономически эффективной инфраструктурной базы современной рельсовой транспортной системы. В поддержку данного положения в работе, в результате исследования, выявлены зоны скоростной эволюции транспортных систем, отражающие экономически значимые этапы роста скорости движения поездов, подкрепленные совершенствованием железнодорожной инфраструктуры.

Таким образом, разработанные в настоящем диссертационном исследовании предложения по совершенствованию методического подхода оценки экономической эффективности реализации проектов строительства железнодорожных магистралей с применением инновационных решений, а также оценка экономической перспективности стратегических решений в транспортном строительстве позволяют объективно оценивать экономические результаты решений, применяемых при транспортном строительстве. Исследование имеет как теоретическую, так и прикладную значимость, поскольку в качестве примера оценки используется инновационное решение в области транспортного строительства – безбалластный путь. С помощью разработанного научного инструментария возможна экономическая оценка и других инновационных решений в сфере транспортного строительства.

В дальнейшем, на основе выполненного исследования, возможно создание комплексной методики оценки экономической эффективности долгосрочных стратегически важных проектов, включающей выбор инновационных решений в зависимости от конкретных условий, с учетом фактора временного предпочтения.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Альбрехт, В.Г., Золотарский, А.Ф. Современные конструкции верхнего строения железнодорожного пути. Под ред. В.Г. Альбрехта и А.Ф. Золотарского – М., «Транспорт», 1975, – 280 с.
2. Ашпиз, Е.С. Железнодорожный путь: учебник / Е.С. Ашпиз, А.И. Гасанов, Б.Э. Глюзберг и др.; под. Ред. Е.С. Ашпиза. – М.: ФГБОУУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» – 2013 – 544 с.
3. Барановская, Н.И., Гу, ФэйФэй, Чжан, НаньНань. Формирование стоимости и определение эффективности инвестиций в комплексную жилую застройку с участием иностранного капитала. – СПб.: Питер, 2015. – 224 с.: ил. – (Серия «Строительный бизнес»)
4. Белов, И.В., Персианов, В.А. Экономическая теория транспорта в СССР: Исторический опыт, современные проблемы и решения, взгляд в будущее / И.В. Белов, В.А. Персианов – М.: Транспорт, 1993 – 415 с.
5. Беряков, С.Н. Повышение эффективности работы железнодорожного транспорта на основе совершенствования системы управления инвестиционной деятельностью: дис. канд. экон. наук, – М.: МИИТ – 2016. – 141 с.
6. Бокачев, Р.А. Оценка экономической эффективности новых форм управления стоимостью строительства транспортной инфраструктуры: дис. канд. экон. наук, – М.: МИИТ – 2016, – 145 с.
7. Болотин, А.В., Кокин, М.В. Расчет интегральных показателей экономической эффективности инвестиционных проектов: Методические указания. – М.: МИИТ, 1997, – 19 с.
8. Бубнова, Г.В. Контракт жизненного цикла - новая форма государственно-частного партнерства для организации регулярного контейнерного сообщения [Текст] / Г.В. Бубнова, П.В. Куренков, А.В. Астафьев // Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности). – 2015. – № 8 (8). – С. 208-219.

9. Бубнова, Г.В. Управление развитием специализированных железнодорожных линий - инновационный подход [Текст] / Г.В. Бубнова, Ю.Н. Федоров // Экономика железных дорог. – 2014. – № 9. – С. 75-79.
10. Бучкин, В.А. Основы проектирования, строительства и реконструкции железных дорог [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Бучкин [и др.]. — Электрон, текстовые данные. — М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, – 2009. – 448 с.
11. Быков, Ю.А. Факторы неопределенности и рисков при разработке инвестиционного проекта / Ю.А. Быков, Г.Ю. Бирюкова // В сборнике: Проблемы развития региональной сети железных дорог сборник научных трудов. – Хабаровск, 2003. – С. 85-91.
12. Вакуумно-левитационные транспортные системы: научная основа, технологии и перспективы для железнодорожного транспорта: коллективная монография членов и научных партнеров Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» / под ред. Б.М. Лapidуса и С.Б. Нестерова. – М.: ООО «РАС», – 2017. – 192 с.
13. Волков, Б.А., Абрамов, А.П., Болотин, А.В., Муджири Т.М. и др. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте. МПС РФ. – М, – 1998.
14. Волков, Б.А. Оценка экономической эффективности инвестиций и инновация на железнодорожном транспорте: Учебное пособие / Б.А. Волков, В.Я. Шульга, А.А. Гавриленков, А.С. Каверин, А.В. Марцинковская; Под ред. Б.А. Волкова. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», – 2009. – 152 с.
15. Герасимов, М.М., Оленина, О.А., Ступникова, Е.А., Цыпин, П.Е. Управление проектами: Учебное пособие [Текст]: – М.: МИИТ, 2012. – 178 с.

16. Годовой отчет компании ОАО «РЖД» за 2015 г. – [Электронный ресурс].  
Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?structure\\_id=32](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?structure_id=32)
17. ГОСТ Р 54747-2011 Шпалы железобетонные для железных дорог колеи 1520 мм.
18. Ермаков, В.М. Современные конструкции железобетонных шпал и промежуточных креплений для бесстыкового пути: учеб. пособие / В.М. Ермаков, А.А. Бекиш. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, – 2009. – 100 с.
19. Ефанов, А.Н. Оценка экономической эффективности инвестиций и инноваций на железнодорожном транспорте в современных условиях [Текст] / А.Н. Ефанов // Известия Петербургского университета путей сообщения – 2012. – №2 (31) – С. 147-156.
20. Ефимова, О.В. Эффекты бережливого производства [Текст] / О.В. Ефимова, Л.В. Кузьмина, Д.В. Калинина // Мир транспорта. – 2012. – Т. 10. № 5 (43). – С. 62-67.
21. Жаров, Д.О. Финансовое моделирование в Excel [Текст] / Д.О. Жаров. – М.: Альпина Бизнес Букс, – 2008. – 170 с.
22. Загидуллина, Г.М. Экономика строительства: Учебник [Текст] / Под общ. ред. Г.М. Загидуллиной, А.И. Романовой. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, – 2015. – 360 с.
23. Замуховский, А.В., Копыленко В.А., Фридкин В.М. О технико-экономической целесообразности применения железнодорожных эстакад вместо высоких насыпей [Текст] / А.В. Замуховский, В.А. Копыленко, В.М. Фридкин // Транспортное строительство. – 2012. – № 10. – с. 15-18.
24. Замуховский, А.В. Совершенствование технологии укладки и текущего содержания безбалластного пути метрополитена: дис. канд. техн. наук. – Москва. 2006, – 143 с.
25. Измайкова, А.В. Классификация инноваций на железнодорожном транспорте и инвестиционный фактор их реализации [Текст] / А.В.

- Измайкова // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2015. – № 3. – С. 35-41.
- 26.Измайкова, А.В. Экономическая оценка инновационно-ориентированного развития железнодорожного транспорта: дис. канд. экон. наук. – Москва. 2015. – 182 с.
- 27.Измайкова, А.В. Экономическая оценка перспективных инновационных проектов в сфере железнодорожного транспорта [Текст] / А.В. Измайкова // Экономика железных дорог. – 2015. – №12. – С. 44-54.
- 28.Инструкция по применению конструкции верхнего строения пути в тоннелях. Утверждена в ОАО «РЖД» распоряжением №2607р от 18.12.2012г.
- 29.Информационный ресурс Bank-explorer.ru [Электронный ресурс]. – режим доступа <http://bank-explorer.ru/finansy/normativnyj-koefficient-effektivnosti-kapitalnyx-vlozhenij.html>
- 30.Информационный ресурс <http://motorzlib.ru/> [Электронный ресурс]. – режим доступа <http://motorzlib.ru/books/item/f00/s00/z0000014/st031.shtml>
- 31.Информационный ресурс Евразия Вести. Требования к современным путевым системам в отношении обслуживания и экономичности. [Электронный ресурс]. – режим доступа <http://www.eav.ru/publs.php?nomber=2010-08> Евразия Вести №4 2010.
- 32.Информационный ресурс Компания CRRC [Электронный ресурс]. – режим доступа <http://www.crregc.cc>
- 33.Информационный ресурс Наш транспорт. Инвестиционный меморандум Проекта создания высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва – Казань» 2014. Источник: ОАО «Скоростные магистрали». [Электронный ресурс]. – режим доступа ([http://wiki.nashtransport.ru/images/7/74/Буклет\\_Инвестиционный\\_меморандум\\_VCM\\_Москва\\_-\\_Казань.pdf](http://wiki.nashtransport.ru/images/7/74/Буклет_Инвестиционный_меморандум_VCM_Москва_-_Казань.pdf)).

34. Информационный ресурс Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – режим доступа <https://ru.wikipedia.org/wiki/Методика>
35. Информационный ресурс Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. – режим доступа [http://www.cbr.ru/DKP/standart\\_system/3894-u.pdf](http://www.cbr.ru/DKP/standart_system/3894-u.pdf)
36. Каменский, В.Б. Направления совершенствования системы ведения путевого хозяйства. – М.: ОАО НИИТКД, 2009. – 392 с.: ил.
37. Камнев, И. М., Жулина, А.Ю. Методы обоснования ставки дисконтирования [Текст] / И.М. Камнев, А.Ю. Жулина // Проблемы учета и финансов – №2 (6) – 2012. – С. 30-35.
38. Капустина, Н.В. Влияние экономических санкций на экономическую и продовольственную безопасность РФ [Текст] / Н.В. Капустина, О.А. Аничкина, С.Э. Ли. // В сборнике: Наука и бизнес: условия взаимодействия индустриального партнерства Материалы Международной научно-практической конференции. Ответственные за выпуск С.А. Упоров, Е.Н. Ялунина. – Нижний Тагил, 2017. – С. 152-156.
39. Карпущенко, Н.И., Антонов, Н.И. Совершенствование рельсовых креплений. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2003. – 300 с.
40. Киселев, И.П. (под ред.) Высокоскоростной железнодорожный транспорт. учеб. пособие: в 2 т. /И.П. Киселёв и др.; под ред. И.П. Киселёва. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 308 с.
41. Кожевников, Р.А. Значение транспорта в обеспечении национальной экономической безопасности [Текст] / Ю.И. Соколов, Р.А. Кожевников, З.П. Межох // Транспортное дело России. – 2016. – № 6. – С. 10-13.
42. Кожевников, Р.А. Проектное управление инвестиционной деятельностью транспортной компании [Текст] / Р.А. Кожевников, Е.В. Бахарев // Транспорт: наука, техника, управление. – 2017. – № 5. – С. 14-19.



43. Кокин, М.В., Ступникова, Е.А. Экономические расчеты по выбору варианта верхнего строения пути: Методические указания. – М.: МИИТ, 2003. – 39с.
44. Колос, А.Ф., Черняева, В.А. Техничко-экономическое обоснование выбора рациональных конструкций земляного полотна автомобильных дорог на слабых основаниях. В сборнике: Проблемы инфраструктуры транспортного комплекса Материалы Международной научно-технической конференции. 2015. – С. 102-108.
45. Коссов, В.В., Лившиц, В.Н., Шахназаров, А.Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание. Рекомендации разработаны авторским коллективом в составе: Руководители – В.В. Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. – Москва. Экономика. 2000 – 421 стр.
46. Куренков, П.В. Прорывные инновационные технологии для инфраструктур. Евразийская цифровая железная дорога как основа логистического коридора нового шелкового пути [Текст] / И.А. Соколов, В.П. Куприяновский, О.Н. Дунаев, С.А. Синягов, П.В. Куренков, Д.Е. Намиот, А.П. Добрынин, А.Н. Колесников, М.М. Гоник // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. № 9. – С. 102-118.
47. Куренков, П.В. Строительство и инженерия на основе стандартов BIM как основа трансформаций инфраструктур в цифровой экономике [Текст] / С.А. Синягов, В.П. Куприяновский, П.В. Куренков, Д.Е. Намиот, А.В. Степаненко, П.М. Бубнов, В.В. Распопов, С.П. Селезнев, Ю.В. Куприяновская // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. № 5. – С. 46-79.
48. Кэллахан, Дж. Экономика для обычных людей: Основы австрийской экономической школы. – Челябинск: Социум, 2006. – 424 с.

- 49.Лapidус, Б.М. О повышении скоростной эффективности железнодорожного транспорта [Текст] / Б.М. Лapidус, Д.А. Мачерет // Экономика железных дорог. – 2012. – № 7. – С. 11-21.
- 50.Лapidус, Б.М. О создании вакуумно-левитационной транспортной системы [Текст] / Б.М. Лapidус // Транспортные системы и технологии. – 2016. – № 3 (5). – С. 5-17.
- 51.Лapidус, Б.М., Лapidус, Л.В. Социально-экономические предпосылки развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2014. – № 6. – С. 52-63.
- 52.Лapidус, Б.М., Мачерет, Д.А. Макроэкономическая роль железнодорожного транспорта: Теоретические основы, исторические тенденции и взгляд в будущее. – М.: КРАСАНД, 2014. – 234 С.
- 53.Лapidус, Б.М., Мачерет, Д.А. Повышение скоростной эффективности транспортного сообщения на основе непрерывного перемещения товаров и услуг // Фундаментальные исследования для долгосрочного развития железнодорожного транспорта: сб. трудов членов и научных партнеров Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» / под ред. Б.М. Лapidуса. – М.: Интекст, 2013. – С. 85-94.
- 54.Лapidус, Б.М. Социально-экономические предпосылки создания в России высокоскоростного железнодорожного сообщения / Б.М. Лapidус // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2013. – № 2. – С. 9-12.
- 55.Лapidус, Б.М., Мачерет, Д.А. Методология оценки и обеспечения эффективности инновационных транспортных систем [Текст] / Б.М. Лapidус, Д.А. Мачерет // Экономика железных дорог. – 2016. – № 7. – с. 16-25.
- 56.Левицкая, Л.П. Стратегия развития городской транспортной системы [Текст] / Л.П. Левицкая, М.А. Кретов // Экономика железных дорог. – 2016. – № 9. – С. 68-74.

57. Левицкая, Л.П. Структурная матрица как инструмент портфельного анализа элементов городской пассажирской транспортной системы [Текст] / Л.П. Левицкая, М.А. Кретов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2016. – № 5. – С. 120-130.
58. Мачерет, Д.А. «Эффект выдвигения» и повышение ценности человеческого капитала [Текст] / Д.А. Мачерет // Экономика железных дорог. – 2013. – № 1. – С. 70-75.
59. Мачерет, Д.А. Анализ долгосрочной динамики скоростей в грузовом движении [Текст] / Д.А. Мачерет // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 5. – С. 66-71.
60. Мачерет, Д.А. Инвестиции государства в инфраструктуру: методология оценки [Текст] / Д.А. Мачерет // Мир транспорта. – 2013. – Т. 11. № 4 (48). – С. 14-19.
61. Мачерет, Д.А. Об экономических проблемах развития транспортной инфраструктуры [Текст] / Д.А. Мачерет // Мир транспорта – №3, – 2011. – С.76-83.
62. Мачерет, Д.А. Создание железных дорог и экономический рост [Текст] / Д.А. Мачерет. // Мир транспорта. – 2011. – Т. 9. № 1 (34). – С. 164-169.
63. Мачерет, Д.А. Социальное значение скорости транспортного сообщения [Текст] / Д.А. Мачерет // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15. № 3 (70). – С. 40-52.
64. Мачерет, Д.А. Социально-экономическая оценка транспорта на основе исторических сравнений [Текст] / Д.А. Мачерет // Мир транспорта. – 2016. – Т.14. № 1(62). – С. 256 - 271.
65. Мачерет, Д.А. Формирование железнодорожной сети: диффузия эпохальной инновации и экономический рост [Текст] / Д.А. Мачерет, Н.А. Валеев, А.В. Кудрявцева // Экономическая политика. – 2018. – Т. 13. – С. 252-279.
66. Мачерет, Д.А. Экономика строительного бизнеса: Учебник / Под ред. Д.А. Мачерета. – М.: МИИТ, 2014. – 496 с.

67. Мачерет, Д.А. Экономическое значение, тенденции и перспективы повышения скоростей движения на железнодорожном транспорте [Текст] / Д.А. Мачерет // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2013. – № 2. – С. 13-23.
68. Мачерет, Д.А., Измайкова, А.В. Экономическая оценка инноваций, направленных на комплексное повышение веса и скорости поездов [Текст] / Д.А. Мачерет, А.В. Измайкова // Экономика железных дорог. – 2015. – № 5. – С. 17 - 33.
69. Мачерет, Д.А., Ледней, А.Ю. Эффективность развития транспортной инфраструктуры на примере строительства транспортно-логистических центров. / Д.А. Мачерет, А.Ю. Ледней // В сборнике: Актуальные проблемы управления экономикой и финансами транспортных компаний сборник научных трудов. – Москва, 2016. – с. 198-203.
70. Мачерет, Д.А., Разуваев, А.Д. Экономическая оценка инновационных конструкций пути [Текст] / Д.А. Мачерет, А.Д. Разуваев // Экономика железных дорог. – 2016. – № 11. – С. 56-60.
71. Мачерет, Д.А., Разуваев, А.Д. Экономические аспекты развития высокоскоростной транспортной инфраструктуры [Текст] / Д.А. Мачерет, А.Д. Разуваев // Экономика железных дорог – 2018 – № 6 – С. 48-57.
72. Мачерет, Д.А., Разуваев, А.Д., Ледней, А.Ю. Оценка эффективности строительства объектов транспортной мультимодальной инфраструктуры с учетом прогнозной динамики грузовых перевозок / Д.А. Мачерет, А.Д. Разуваев, А.Ю. Ледней // Инновации, экономика и финансы транспортного комплекса. Журнал Института экономики и финансов. Выпуск № 1. РУТ (МИИТ). / Под ред. Лаврова И.М. – М.: «Известия», 2017. – С. 68-73.
73. Методика оценки социально-экономической эффективности строительства новых железнодорожных линий общего пользования. /

- Пехтерев Ф.С., Лившиц В.Н., Пугачева А.А., Мачерет Д.А. и др., – М., 2009. – 223 с.
74. Мизес, Л., фон. Человеческая деятельность: трактат по экономической теории. – Челябинск: Социум, 2008. – 878 с.
75. Муджири, Т.М., Соловьев, В.В. Сравнение вариантов проектных решений при строительстве и реконструкции искусственных сооружений: Методические указания. – М.: МИИТ, 2004. – 39 с.
76. Овсянникова, Т.Ю. Экономика строительного комплекса: Экономическое обоснование и реализация инвестиционных проектов: учеб, пособие. – Томск: ГАСУ, 2004. – 239 с.
77. Орехов, А.М. Методы экономических исследований: учебное пособие [Текст] / А.М. Орехов. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 392 с.
78. ОСТ 32.152-2000 Шпалы железобетонные предварительно напряженные для железных дорог колеи 1520 мм Российской Федерации. Общие технические условия.
79. Петров, А.В., Савин, А.В., Лебедев, А.В. Рельсовые скрепления безбалластных конструкций пути на Экспериментальном кольце ОАО "ВНИИЖТ" [Текст] / А.В. Петров, А.В. Савин, А.В. Лебедев // Путь и путевое хозяйство – №12 – 2015 – С. 2-5.
80. Подсорин, В.А. Капитализация и эффективность инвестиций [Текст] / В.А. Подсорин // Мир транспорта. – 2008. – Т. 6. № 2 (22). – С. 86-90.
81. Подсорин, В.А. Крупномасштабные проекты развития транспортной инфраструктуры [Текст] / В.А. Подсорин, Н.Ф. Завьялова // Экономика железных дорог. – 2016. – № 5. – С. 25-31.
82. Подсорин, В.А. Оценка эффективности использования технических средств при реализации инфраструктурных проектов [Текст] / В.А. Подсорин, Н.Ф. Завьялова // Мир транспорта. – 2016. – Т. 14. № 5 (66). – С. 102-110.
83. Подсорин, В.А. Экономическая оценка эффективности использования технических средств при реализации крупномасштабных проектов

- развития инфраструктуры железнодорожного транспорта [Текст] / В.А. Подсорин, Н.Ф. Завьялова // Транспортное дело России. – 2016. – № 2. – С. 197-200.
- 84.Полторацкий, И.И. Вечный путь инженера Н. Е. Долгова. [Текст] / И.И. Полторацкий // Ж.-д. путь, – 1932, – № 2, – с. 17-19.
- 85.Пупатенко, В. В. Ресурсосберегающие технологии в конструкциях верхнего строения пути: учеб. пособие / В. В. Пупатенко. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2010. – 111 с. : ил.
- 86.Разуваев, А.Д. Техничко-экономический аспект безопасности элементов путевой инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта / А.Д. Разуваев // XVIII Научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов», – М.: МИИТ, 2017.
- 87.Разуваев, А.Д., Воробьева, Я.Ю., Липатова, О.С. Анализ стоимости жизненного цикла безбалластной конструкции пути [Текст] / Я.Ю. Воробьева, О.С. Липатова, А.Д. Разуваев // В сборнике: Актуальные проблемы управления экономикой и финансами транспортных компаний сборник научных трудов. – Москва, 2016. – С. 222-226.
- 88.Разуваев, А.Д., Зандарашвили, Д.С., Саркисов, А.Э. Пути повышения эффективности строительства ВСМ / А.Д. Разуваев, Д.С. Зандарашвили, А.Э. Саркисов // Экономика железных дорог. – 2016. – №3. – с. 86-94.
- 89.Разуваев, А.Д., Ледней, А.Ю. Эффективность применения элементов девелопмента при управлении объектами транспортной инфраструктуры / А.Д. Разуваев, А.Ю. Ледней // Актуальные проблемы менеджмента: производительность, эффективность, качество: Материалы международной научно-практической конференции – Санкт-Петербург, 2017. – С. 465-467.
- 90.Разуваев, А.Д., Ледней, А.Ю. Инфраструктурное обеспечение роста мобильности населения в крупном мегаполисе / А.Д. Разуваев, А.Ю. Ледней // Труды семнадцатой научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» – М., МИИТ, 2016. – С. II 113-114

- 91.Разуваев, А.Д., Цыпин, П.Е. Оценка экономической эффективности строительства безбалластного пути на эстакадах [Текст] / А.Д. Разуваев, П.Е. Цыпин // Экономика железных дорог. – 2016. – №2. – с.81-85.
- 92.Разуваев, А.Д., Цыпин, П.Е. Современные тенденции развития инфраструктуры железнодорожного транспорта [Текст] / А.Д. Разуваев, П.Е. Цыпин // Современное состояние и перспективы развития транспортной системы России. Сборник трудов научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Иркутск.: МГТУ ГА, 2015. – стр. 124-130.
- 93.Разуваев, А.Д., Цыпин, П.Е. Современные тенденции совершенствования конструкций верхнего строения железнодорожного пути [Текст] / А.Д. Разуваев, П.Е. Цыпин //Современные проблемы управления экономикой транспортного комплекса России: конкурентоспособность, инновации и экономический суверенитет. Труды Международной научно-практической конференции. – М.: МИИТ, 2015. – стр. 350-353.
- 94.Распоряжение ОАО «РЖД» №857р. «Об утверждении и введении в действие. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «Российские железные дороги» от 2го мая 2012 года и приложение к нему.
- 95.Распоряжение ОАО «РЖД» от 30 августа 2013 г. N 1932р «Об обеспечении безопасной эксплуатации технических сооружений и устройств железных дорог при строительстве, реконструкции и (или) ремонте объектов инфраструктуры ОАО «РЖД»
- 96.Родес, Д. Проблемы внедрения безбалластного пути [Текст] / Д. Родес // Железные дороги мира: Научно-технический журнал. – 2002. – №1.
- 97.Романова, А.Т. Использование экспертного подхода при прогнозировании пассажиропотока на участках ВСМ [Текст] / А.Т. Романова, М.В. Попова, Д.С. Бабкин // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 8-4 (55). – С. 105-110.

98. Романова, А.Т. О методах оценки общественной эффективности крупных инвестиционных проектов [Текст] / А.Т. Романова, М.В. Попова // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2016. – № 1. – С. 9-14.
99. Романова, А.Т. Оценка общественной эффективности крупных инвестиционных проектов [Текст] / А.Т. Романова, М.В. Попова // Транспортное дело России. – 2016. – № 2. – С. 22-25.
100. Ротбард, М.Н. Временное предпочтение // Экономическая теория / Под ред. Дж. Итуэлла, М. Милгейта, П. Ньюмена: Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 944 с.
101. Рышков, А.В. Транспортная инфраструктура - основа долгосрочного социально-экономического развития [Текст] / А.В. Рышков, В.А. Максимушкин, С.Б. Постников // Экономика железных дорог. – 2016. – №12. – С. 12-20.
102. Савин, А.В. Выбор конструкции пути для высокоскоростного движения [Текст] / А.В. Савин // Вестник ВНИИЖТ – №1, – 2014. – С. 55-59.
103. Савин, А.В. Комбинированный метод исследования безбалластного пути [Текст] / А.В. Савин // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2015. – № 3. – С. 48-52.
104. Савин, А.В. Критерии выбора конструкции безбалластного пути [Текст] / А.В. Савин // Путь и путевое хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 2-8.
105. Савин, А.В. Участки переменной жесткости для безбалластного пути [Текст] / А.В. Савин // Путь и путевое хозяйство. – 2014. – № 8. – С. 2-6.
106. Савин, А.В. Экспериментальное кольцо: укладка новых конструкций пути // Путь и путевое хозяйство – 2015. – № 2, – С. 12-15.
107. Савин, А.В., Бржезовский, А.М., Третьяков, В.В., Смелянский, И.В., Толмачев, С.В. Исследования безбалластной конструкции верхнего строения пути [Текст] / А.В. Савин, А.М. Бржезовский, В.В. Третьяков,



- И.В. Смелянский, С.В. Толмачев // Вестник ВНИИЖТ – 2015 – №6, – С.23-32.
108. Савин, А.В., Дыдышко, П.И. Безбалластный путь и его основание [Текст] / А.В. Савин, П.И. Дыдышко // Железнодорожный транспорт – 2015 – №12, – С. 39-41.
109. Савин, А.В., Разуваев, А.Д. Стоимость жизненного цикла безбалластного пути / А.В. Савин, А.Д. Разуваев // В сборнике: Вопросы развития железнодорожного транспорта. Сборник трудов ученых АО «ВНИИЖТ». – Москва, 2017. – С. 192-198.
110. Савин, А.В., Разуваев, А.Д. Сферы применения безбалластного пути [Текст] / А.В. Савин, А.Д. Разуваев // Вестник института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. – 2016. – № 3(35). – С.32-41.
111. Сидоренко, А. А. Научное обоснование требований к подплитному основанию монолитного безбалластного пути, обеспечивающих трещиностойкость несущей плиты под поездной нагрузкой: дис. канд. техн. наук – Санкт-Петербург, 2014. – 143 с.
112. Симановский, М.А. О соотношении между сроком окупаемости и сроком службы. // Вестник ВНИИЖТ. – 1958. – №6. С.41-44.
113. Синадский, В. Расчет ставки дисконтирования [Текст] / В. Синадский // «Финансовый директор» – № 4, – 2003.
114. Смехова, Н.Г. Издержки и себестоимость железнодорожных перевозок / Н.Г. Смехова, Ю.Н. Кожевников, Д.А. Мачерет и др. // Под ред. Н.Г. Смеховой и Ю.Н. Кожевникова. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 472с.
115. Соколов, Ю.И. Влияние развития железнодорожной инфраструктуры на уровень качества транспортного обслуживания [Текст] // Ю.И. Соколов, И.М. Лавров, Е.Н. Морозова / ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2017. – № 4. – С. 126-134.

116. Соколов, Ю.И. Контракт жизненного цикла и риски инвестирования [Текст] / Ю.И. Соколов // Транспорт Российской Федерации. – 2011. – № 2 (33). – С. 32-34.
117. Соколов, Ю.И. Транспортная составляющая национальной экономической безопасности [Текст] / Ю.И. Соколов, Р.А. Кожевников // Экономика железных дорог. – 2017. – № 4. – С. 28-37.
118. Сотников, Е.А. Железные дороги мира из XIX в XXI век. – М.: Транспорт, 1993. – 200с.
119. Терешина, Н.П. Инновации и конкурентоспособность [Текст] / Н.П. Терешина, В.А. Подсорин // Мир транспорта. – 2012. – Т. 10. № 4 (42). – С. 82-89.
120. Терёшина, Н.П. Роль инфраструктуры для взаимодействия субъектов рынка [Текст] / Н.П. Терёшина, М.А. Никитина // Мир транспорта. – 2013. – Т. 11. № 5 (49). – С. 78-85.
121. Терешина, Н.П. Экономика железнодорожного транспорта: учебник [Текст] / Н.П. Терешина, В.Г. Галабурда, В.А. Токарев и др.; под ред. Н.П. Терешиной, Б.М. Лapidуса. – М.: ФГОУ «Учебно-методические центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 676 с.
122. Терешина, Н.П. Экономическая оценка инвестиций [Текст]: учебник / Н.П. Терешина, В.А. Подсорин – М.: 2016. – 322 с.
123. Фейло, М.Б. Комплексная оценка эффективности инвестиционных проектов развития железнодорожного транспорта [Текст] / М.Б. Фейло // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 7. – С. 32-36.
124. Фейло, М.Б. Оценки эффективности инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте [Текст] / М.Б. Фейло // Экономика железных дорог. – 2017. – № 4. – С. 22-27.
125. Фейло, М.Б. Теоретическая база и направления развития оценок эффективности инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте [Текст] / М.Б. Фейло // Бюллетень ученого совета «ИЭРТ» за 2017 год / Отс. Ред. Я.Ю. Чибряков. – М.: ИЭРТ, 2018. – Вып. 3. – 108 С.

126. Хаит, Э.И. Определение экономической эффективности технических решений [Текст] / Э.И. Хаит // Труды ЦНИИМПС.1970 г. – Выпуск 406. – С. 84-97.
127. Харина, Е.В. Выбор рациональных мер по повышению скорости движения пассажирских поездов в условиях растущего объема грузовых и пассажирских перевозок: дис. канд. техн. наук — М.: МИИТ, 2004, – 123 с.
128. Цыпин, П.Е., Разуваев, А.Д. Выбор путевой инфраструктуры городского рельсового транспорта / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев // Инновации, экономика и финансы транспортного комплекса. Журнал Института экономики и финансов. Выпуск № 1. РУТ (МИИТ). / Под ред. Лаврова И.М. – М.: «Известия», 2017. – С. 179-183.
129. Цыпин, П.Е., Разуваев, А.Д. Перспективы развития инфраструктуры высокоскоростного транспортного сообщения / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев // Вклад транспорта в национальную экономическую безопасность / Под. ред. Р.А. Кожевникова, Ю.И. Соколова // Труды II Международной научно-практической конференции. – М.: РУТ (МИИТ), 2017. – С.338-340.
130. Цыпин, П.Е., Разуваев, А.Д. Безбалластная конструкция пути: история, современность, перспективы развития в России [Текст] / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – № 1 (74). – С. 66-70.
131. Цыпин, П.Е., Разуваев, А.Д. Влияние выбора подрельсового основания на экономичность и безопасность движения поездов / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев // XVI Научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов», – М., МИИТ. – 2014.
132. Цыпин П.Е., Разуваев А.Д. Выгоды безбалластной конструкции пути для крупных транспортных объектов [Текст] / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15. № 3 (70). – С. 132-138.

133. Цыпин, П.Е., Разуваев, А.Д. О влиянии качества верхнего строения пути на безопасность движения поездов и оценка рисков инновационных конструкций / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев // XVI Научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов», – М., МИИТ. – 2015.
134. Цыпин, П.Е., Разуваев А.Д. Современные тенденции развития инфраструктуры железных дорог [Текст] / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев / В сборнике: Актуальные проблемы управления экономикой и финансами транспортных компаний. Сборник научных трудов. – Москва, 2016. – С. 182-187.
135. Цыпин, П.Е., Разуваев, А.Д., Ледней, А.Ю. Эффективность использования наземного транспорта в условиях высокой стоимости земли [Текст] / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев, А.Ю. Ледней // Бизнес и дизайн ревю. – 2016. №4. – С.7.
136. Шахунянц, Г.М. Железнодорожный путь. – М., Транспорт, 1974, – 349 с.
137. Шахунянц, Г.М. К вопросу о сравнении вариантов конструкций. [Текст] / Г.М. Шахунянц // Вестник ВНИИЖТ. – 1958. – №6. – С. 37-40.
138. Шкурина, Л.В. Учет факторов риска при оценке эффективности инфраструктурных проектов железнодорожного транспорта [Текст] / Л.В. Шкурина, С.Н. Беряков // Экономика железных дорог. – 2015. – № 7. – С. 21-26.
139. Шульга, В.Я., Волков, Б.А. Технико-экономическая оценка мероприятий по повышению скоростей движения поездов: Учебное пособие. – М.: МИИТ, 1975. – 115 с.
140. David N. Bilow, P.E., S.E. and Gene, M. Randich, P.E. Slab track for the next 100 years // AREMA Proceedings of the 2000 Annual Conference. – USA, 2000. – p. 20.
141. Georgios, M. Slab Track Systems for High-Speed Railways. Master Degree Project. – Stockholm 2012, – p. 95.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для традиционного варианта пути на балласте и на земляном полотне при грузовом движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | Ремонты, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (груз.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -75000,00                |                           |                    |                                 | -75000,00          |                             |                              |                              |                            |                              | -75000,00            |
| -1     | -6100,00                 |                           |                    |                                 | -81100,00          |                             |                              |                              |                            |                              | -81100,00            |
| 0      | -660000,00               |                           |                    |                                 | -741100,00         |                             | -741100,00                   |                              |                            |                              | -741100,00           |
| 1      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8250,00                    | -749350,00                   | 157680,00                    | 144540,00                  | 144540,00                    | -604810,00           |
| 2      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7678,40                    | -757028,40                   | 157680,00                    | 134525,55                  | 279065,55                    | -477962,85           |
| 3      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7241,99                    | -764270,39                   | 157680,00                    | 126879,62                  | 405945,17                    | -358325,22           |
| 4      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6909,83                    | -771180,22                   | 157680,00                    | 121060,23                  | 527005,40                    | -244174,82           |
| 5      |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -51054,98                   | -822235,20                   | 157680,00                    | 116671,73                  | 643677,14                    | -178558,06           |
| 6      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6473,74                    | -828708,94                   | 157680,00                    | 113419,93                  | 757097,06                    | -71611,88            |
| 7      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6340,30                    | -835049,24                   | 157680,00                    | 111082,14                  | 868179,20                    | 33129,96             |
| 8      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6249,25                    | -841298,50                   | 157680,00                    | 109486,95                  | 977666,15                    | 136367,65            |
| 9      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6192,93                    | -847491,43                   | 157680,00                    | 108500,16                  | 1086166,31                   | 238674,88            |
| 10     |                          | -9000,00                  | -120000,00         |                                 | -129000,00         | -88368,50                   | -935859,94                   | 157680,00                    | 108015,08                  | 1194181,39                   | 258321,46            |
| 11     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6161,28                    | -942021,21                   | 157680,00                    | 107945,56                  | 1302126,96                   | 360105,74            |
| 12     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6177,00                    | -948198,21                   | 157680,00                    | 108221,04                  | 1410348,00                   | 462149,79            |
| 13     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6209,07                    | -954407,29                   | 157680,00                    | 108782,96                  | 1519130,96                   | 564723,68            |
| 14     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6254,69                    | -960661,97                   | 157680,00                    | 109582,14                  | 1628713,10                   | 668051,13            |
| 15     |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -48387,87                   | -1009049,84                  | 157680,00                    | 110576,80                  | 1739289,90                   | 730240,06            |
| 16     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6377,35                    | -1015427,20                  | 157680,00                    | 111731,20                  | 1851021,10                   | 835593,90            |
| 17     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6450,60                    | -1021877,79                  | 157680,00                    | 113014,44                  | 1964035,54                   | 942157,75            |
| 18     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6529,67                    | -1028407,46                  | 157680,00                    | 114399,74                  | 2078435,28                   | 1050027,82           |
| 19     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6613,23                    | -1035020,69                  | 157680,00                    | 115863,75                  | 2194299,03                   | 1159278,35           |

|    |            |          |            |           |            |           |             |           |           |            |            |
|----|------------|----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 |            | -9000,00 | -120000,00 |           | -129000,00 | -96035,03 | -1131055,71 | 157680,00 | 117386,07 | 2311685,10 | 1180629,39 |
| 21 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -6789,32  | -1137845,03 | 157680,00 | 118948,86 | 2430633,97 | 1292788,94 |
| 22 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -6879,94  | -1144724,97 | 157680,00 | 120536,56 | 2551170,52 | 1406445,55 |
| 23 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -6971,21  | -1151696,18 | 157680,00 | 122135,56 | 2673306,09 | 1521609,91 |
| 24 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7062,45  | -1158758,63 | 157680,00 | 123734,09 | 2797040,17 | 1638281,55 |
| 25 |            | -9000,00 | -60000,00  |           | -69000,00  | -54840,27 | -1213598,90 | 157680,00 | 125321,94 | 2922362,12 | 1708763,22 |
| 26 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7242,60  | -1220841,50 | 157680,00 | 126890,39 | 3049252,50 | 1828411,00 |
| 27 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7330,59  | -1228172,09 | 157680,00 | 128431,98 | 3177684,48 | 1949512,39 |
| 28 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7416,69  | -1235588,79 | 157680,00 | 129940,46 | 3307624,95 | 2072036,16 |
| 29 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7500,61  | -1243089,40 | 157680,00 | 131410,66 | 3439035,60 | 2195946,21 |
| 30 |            | -9000,00 |            | 135000,00 | 126000,00  | 106149,34 | -1136940,05 | 157680,00 | 132838,32 | 3571873,92 | 2434933,87 |
| 31 | -741100,00 | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7660,96  | -1183211,35 | 157680,00 | 134220,10 | 3706094,03 | 2522882,67 |
| 32 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7737,07  | -1190948,42 | 157680,00 | 135553,40 | 3841647,42 | 2650699,01 |
| 33 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7810,29  | -1198758,71 | 157680,00 | 136836,30 | 3978483,73 | 2779725,02 |
| 34 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -7880,57  | -1206639,27 | 157680,00 | 138067,53 | 4116551,26 | 2909911,98 |
| 35 |            | -9000,00 | -60000,00  |           | -69000,00  | -60933,51 | -1267572,78 | 157680,00 | 139246,31 | 4255797,56 | 2988224,78 |
| 36 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8012,12  | -1275584,90 | 157680,00 | 140372,35 | 4396169,92 | 3120585,02 |
| 37 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8073,39  | -1283658,29 | 157680,00 | 141445,78 | 4537615,70 | 3253957,41 |
| 38 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8131,68  | -1291789,97 | 157680,00 | 142467,05 | 4680082,75 | 3388292,77 |
| 39 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8187,04  | -1299977,01 | 157680,00 | 143436,93 | 4823519,68 | 3523542,66 |
| 40 |            | -9000,00 | -120000,00 |           | -129000,00 | 118099,82 | -1418076,83 | 157680,00 | 144356,43 | 4967876,10 | 3549799,28 |
| 41 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8289,20  | -1426366,03 | 157680,00 | 145226,77 | 5113102,87 | 3686736,84 |
| 42 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8336,15  | -1434702,18 | 157680,00 | 146049,33 | 5259152,21 | 3824450,03 |
| 43 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8380,46  | -1443082,64 | 157680,00 | 146825,64 | 5405977,85 | 3962895,21 |
| 44 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8422,22  | -1451504,86 | 157680,00 | 147557,32 | 5553535,17 | 4102030,31 |
| 45 |            | -9000,00 | -60000,00  |           | -69000,00  | -64871,76 | -1516376,62 | 157680,00 | 148246,07 | 5701781,24 | 4185404,62 |
| 46 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8498,49  | -1524875,11 | 157680,00 | 148893,63 | 5850674,87 | 4325799,76 |
| 47 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8533,21  | -1533408,32 | 157680,00 | 149501,79 | 6000176,66 | 4466768,34 |
| 48 |            | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8565,77  | -1541974,09 | 157680,00 | 150072,33 | 6150248,99 | 4608274,90 |

|    |  |          |            |           |            |           |             |           |           |            |            |
|----|--|----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 49 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8596,29  | -1550570,38 | 157680,00 | 150607,06 | 6300856,05 | 4750285,66 |
| 50 |  | -9000,00 | -120000,00 |           | -129000,00 | 123623,14 | -1674193,53 | 157680,00 | 151107,73 | 6451963,78 | 4777770,25 |
| 51 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8651,60  | -1682845,13 | 157680,00 | 151576,11 | 6603539,89 | 4920694,75 |
| 52 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8676,59  | -1691521,72 | 157680,00 | 152013,89 | 6755553,77 | 5064032,05 |
| 53 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8699,93  | -1700221,65 | 157680,00 | 152422,75 | 6907976,52 | 5207754,87 |
| 54 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8721,71  | -1708943,36 | 157680,00 | 152804,31 | 7060780,83 | 5351837,47 |
| 55 |  | -9000,00 | -60000,00  |           | -69000,00  | -67022,12 | -1775965,48 | 157680,00 | 153160,12 | 7213940,95 | 5437975,47 |
| 56 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8760,94  | -1784726,43 | 157680,00 | 153491,71 | 7367432,66 | 5582706,23 |
| 57 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8778,57  | -1793504,99 | 157680,00 | 153800,50 | 7521233,16 | 5727728,17 |
| 58 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8794,97  | -1802299,96 | 157680,00 | 154087,90 | 7675321,07 | 5873021,10 |
| 59 |  | -9000,00 |            |           | -9000,00   | -8810,23  | -1811110,19 | 157680,00 | 154355,22 | 7829676,29 | 6018566,10 |
| 60 |  | -9000,00 |            | 135000,00 | 126000,00  | 123541,80 | -1687568,40 | 157680,00 | 154603,73 | 7984280,02 | 6296711,62 |



**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для традиционного варианта пути на балласте и на земляном полотне при пассажирском движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | Ремонты, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.) , тыс. руб | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -75000,00                |                           |                    |                                 | -75000,00          |                             |                              |                              |                            |                              | -75000,00            |
| -1     | -6100,00                 |                           |                    |                                 | -81100,00          |                             |                              |                              |                            |                              | -81100,00            |
| 0      | -660000,00               |                           |                    |                                 | -741100,00         |                             | -741100,00                   |                              |                            |                              | -741100,00           |
| 1      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8250,00                    | -749350,00                   | 84096,00                     | 77088,00                   | 77088,00                     | -672262,00           |
| 2      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7678,40                    | -757028,40                   | 84096,00                     | 71746,96                   | 148834,96                    | -608193,44           |
| 3      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7241,99                    | -764270,39                   | 84096,00                     | 67669,13                   | 216504,09                    | -547766,30           |
| 4      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6909,83                    | -771180,22                   | 84096,00                     | 64565,46                   | 281069,55                    | -490110,67           |
| 5      |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -51054,98                   | -822235,20                   | 84096,00                     | 62224,92                   | 343294,47                    | -478940,73           |
| 6      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6473,74                    | -828708,94                   | 84096,00                     | 60490,63                   | 403785,10                    | -424923,84           |
| 7      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6340,30                    | -835049,24                   | 84096,00                     | 59243,81                   | 463028,91                    | -372020,34           |
| 8      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6249,25                    | -841298,50                   | 84096,00                     | 58393,04                   | 521421,94                    | -319876,55           |
| 9      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6192,93                    | -847491,43                   | 84096,00                     | 57866,75                   | 579288,70                    | -268202,73           |
| 10     |                          | -9000,00                  | -120000,00         |                                 | -129000,00         | -88368,50                   | -935859,94                   | 84096,00                     | 57608,04                   | 636896,74                    | -298963,19           |
| 11     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6161,28                    | -942021,21                   | 84096,00                     | 57570,97                   | 694467,71                    | -247553,50           |
| 12     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6177,00                    | -948198,21                   | 84096,00                     | 57717,89                   | 752185,60                    | -196012,61           |
| 13     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6209,07                    | -954407,29                   | 84096,00                     | 58017,58                   | 810203,18                    | -144204,11           |
| 14     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6254,69                    | -960661,97                   | 84096,00                     | 58443,81                   | 868646,99                    | -92014,99            |
| 15     |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -48387,87                   | -1009049,84                  | 84096,00                     | 58974,30                   | 927621,28                    | -81428,56            |
| 16     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6377,35                    | -1015427,20                  | 84096,00                     | 59589,97                   | 987211,25                    | -28215,94            |
| 17     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6450,60                    | -1021877,79                  | 84096,00                     | 60274,37                   | 1047485,62                   | 25607,83             |
| 18     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6529,67                    | -1028407,46                  | 84096,00                     | 61013,20                   | 1108498,82                   | 80091,36             |
| 19     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6613,23                    | -1035020,69                  | 84096,00                     | 61794,00                   | 1170292,82                   | 135272,13            |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | Ремонты, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.) , тыс. руб | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 20     |                          | -9000,00                  | -120000,00         |                                 | -129000,00         | -96035,03                   | -1131055,71                  | 84096,00                     | 62605,90                   | 1232898,72                   | 101843,01            |
| 21     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6789,32                    | -1137845,03                  | 84096,00                     | 63439,39                   | 1296338,12                   | 158493,08            |
| 22     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6879,94                    | -1144724,97                  | 84096,00                     | 64286,16                   | 1360624,28                   | 215899,31            |
| 23     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6971,21                    | -1151696,18                  | 84096,00                     | 65138,97                   | 1425763,25                   | 274067,07            |
| 24     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7062,45                    | -1158758,63                  | 84096,00                     | 65991,51                   | 1491754,76                   | 332996,13            |
| 25     |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -54840,27                   | -1213598,90                  | 84096,00                     | 66838,37                   | 1558593,13                   | 344994,23            |
| 26     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7242,60                    | -1220841,50                  | 84096,00                     | 67674,87                   | 1626268,00                   | 405426,50            |
| 27     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7330,59                    | -1228172,09                  | 84096,00                     | 68497,06                   | 1694765,06                   | 466592,96            |
| 28     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7416,69                    | -1235588,79                  | 84096,00                     | 69301,58                   | 1764066,64                   | 528477,85            |
| 29     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7500,61                    | -1243089,40                  | 84096,00                     | 70085,68                   | 1834152,32                   | 591062,93            |
| 30     |                          | -9000,00                  |                    | 135000,00                       | 126000,00          | 106149,34                   | -1136940,05                  | 84096,00                     | 70847,11                   | 1904999,43                   | 768059,38            |
| 31     | -741100,00               | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7660,96                    | -1183211,35                  | 84096,00                     | 71584,05                   | 1976583,48                   | 793372,13            |
| 32     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7737,07                    | -1190948,42                  | 84096,00                     | 72295,14                   | 2048878,63                   | 857930,21            |
| 33     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7810,29                    | -1198758,71                  | 84096,00                     | 72979,36                   | 2121857,99                   | 923099,28            |
| 34     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7880,57                    | -1206639,27                  | 84096,00                     | 73636,02                   | 2195494,00                   | 988854,73            |
| 35     |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -60933,51                   | -1267572,78                  | 84096,00                     | 74264,70                   | 2269758,70                   | 1002185,92           |
| 36     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8012,12                    | -1275584,90                  | 84096,00                     | 74865,26                   | 2344623,96                   | 1069039,05           |
| 37     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8073,39                    | -1283658,29                  | 84096,00                     | 75437,75                   | 2420061,70                   | 1136403,41           |
| 38     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8131,68                    | -1291789,97                  | 84096,00                     | 75982,43                   | 2496044,13                   | 1204254,16           |
| 39     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8187,04                    | -1299977,01                  | 84096,00                     | 76499,70                   | 2572543,83                   | 1272566,82           |
| 40     |                          | -9000,00                  | -120000,00         |                                 | -129000,00         | -118099,82                  | -1418076,83                  | 84096,00                     | 76990,10                   | 2649533,92                   | 1231457,09           |
| 41     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8289,20                    | -1426366,03                  | 84096,00                     | 77454,28                   | 2726988,20                   | 1300622,17           |
| 42     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8336,15                    | -1434702,18                  | 84096,00                     | 77892,98                   | 2804881,18                   | 1370179,00           |
| 43     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8380,46                    | -1443082,64                  | 84096,00                     | 78307,01                   | 2883188,19                   | 1440105,55           |
| 44     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8422,22                    | -1451504,86                  | 84096,00                     | 78697,24                   | 2961885,43                   | 1510380,57           |
| 45     |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -64871,76                   | -1516376,62                  | 84096,00                     | 79064,57                   | 3040950,00                   | 1524573,38           |
| 46     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8498,49                    | -1524875,11                  | 84096,00                     | 79409,94                   | 3120359,93                   | 1595484,82           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | Ремонты, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.) , тыс. руб | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 47     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8533,21                    | -1533408,32                  | 84096,00                     | 79734,29                   | 3200094,22                   | 1666685,90           |
| 48     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8565,77                    | -1541974,09                  | 84096,00                     | 80038,58                   | 3280132,80                   | 1738158,70           |
| 49     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8596,29                    | -1550570,38                  | 84096,00                     | 80323,76                   | 3360456,56                   | 1809886,18           |
| 50     |                          | -9000,00                  | -120000,00         |                                 | -129000,00         | -123623,14                  | -1674193,53                  | 84096,00                     | 80590,79                   | 3441047,35                   | 1766853,82           |
| 51     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8651,60                    | -1682845,13                  | 84096,00                     | 80840,59                   | 3521887,94                   | 1839042,81           |
| 52     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8676,59                    | -1691521,72                  | 84096,00                     | 81074,07                   | 3602962,01                   | 1911440,29           |
| 53     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8699,93                    | -1700221,65                  | 84096,00                     | 81292,13                   | 3684254,15                   | 1984032,49           |
| 54     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8721,71                    | -1708943,36                  | 84096,00                     | 81495,63                   | 3765749,78                   | 2056806,42           |
| 55     |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -67022,12                   | -1775965,48                  | 84096,00                     | 81685,40                   | 3847435,18                   | 2071469,69           |
| 56     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8760,94                    | -1784726,43                  | 84096,00                     | 81862,24                   | 3929297,42                   | 2144570,99           |
| 57     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8778,57                    | -1793504,99                  | 84096,00                     | 82026,94                   | 4011324,35                   | 2217819,36           |
| 58     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8794,97                    | -1802299,96                  | 84096,00                     | 82180,21                   | 4093504,57                   | 2291204,60           |
| 59     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -8810,23                    | -1811110,19                  | 84096,00                     | 82322,79                   | 4175827,35                   | 2364717,16           |
| 60     |                          | -9000,00                  |                    | 135000,00                       | 126000,00          | 123541,80                   | -1687568,40                  | 84096,00                     | 82455,32                   | 4258282,68                   | 2570714,28           |

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для традиционного варианта пути на балласте и на земляном полотне при совмещенном движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | Ремонты, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.+УКП), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -75000,00                |                           |                    |                                 | -75000,00          |                             |                              |                                  |                            |                              | -75000,00            |
| -1     | -6100,00                 |                           |                    |                                 | -81100,00          |                             |                              |                                  |                            |                              | -81100,00            |
| 0      | -660000,00               |                           |                    |                                 | -                  |                             |                              |                                  |                            |                              | -                    |
| 1      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | 741100,00          | -8250,00                    | -749350,00                   | 132276,00                        | 121253,00                  | 121253,00                    | -628097,00           |
| 2      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7678,40                    | -757028,40                   | 132276,00                        | 112851,99                  | 234104,99                    | -522923,41           |
| 3      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -7241,99                    | -764270,39                   | 132276,00                        | 106437,91                  | 340542,89                    | -423727,50           |
| 4      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6909,83                    | -771180,22                   | 132276,00                        | 101556,09                  | 442098,98                    | -329081,24           |
| 5      |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -51054,98                   | -822235,20                   | 132276,00                        | 97874,62                   | 539973,60                    | -282261,60           |
| 6      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6473,74                    | -828708,94                   | 132276,00                        | 95146,72                   | 635120,31                    | -193588,63           |
| 7      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6340,30                    | -835049,24                   | 132276,00                        | 93185,57                   | 728305,88                    | -106743,36           |
| 8      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6249,25                    | -841298,50                   | 132276,00                        | 91847,38                   | 820153,27                    | -21145,23            |
| 9      |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6192,93                    | -847491,43                   | 132276,00                        | 91019,58                   | 911172,85                    | 63681,42             |
| 10     |                          | -9000,00                  | 120000,00          |                                 | -                  |                             |                              |                                  |                            |                              | -                    |
| 11     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | 129000,00          | -88368,50                   | -935859,94                   | 132276,00                        | 90612,65                   | 1001785,50                   | 65925,56             |
| 12     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6161,28                    | -942021,21                   | 132276,00                        | 90554,33                   | 1092339,83                   | 150318,62            |
| 13     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6177,00                    | -948198,21                   | 132276,00                        | 90785,43                   | 1183125,27                   | 234927,05            |
| 14     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6209,07                    | -954407,29                   | 132276,00                        | 91256,82                   | 1274382,09                   | 319974,80            |
| 15     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6254,69                    | -960661,97                   | 132276,00                        | 91927,24                   | 1366309,32                   | 405647,35            |
| 16     |                          | -9000,00                  | -60000,00          |                                 | -69000,00          | -48387,87                   | -1009049,84                  | 132276,00                        | 92761,65                   | 1459070,98                   | 450021,13            |
| 17     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6377,35                    | -1015427,20                  | 132276,00                        | 93730,06                   | 1552801,03                   | 537373,84            |
| 18     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6450,60                    | -1021877,79                  | 132276,00                        | 94806,56                   | 1647607,59                   | 625729,80            |
| 18     |                          | -9000,00                  |                    |                                 | -9000,00           | -6529,67                    | -1028407,46                  | 132276,00                        | 95968,67                   | 1743576,26                   | 715168,81            |

|    |            |          |           |           |           |           |             |           |           |            |            |
|----|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 19 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -6613,23  | -1035020,69 | 132276,00 | 97196,81  | 1840773,08 | 805752,39  |
| 20 |            | -9000,00 | 120000,00 | -         | 129000,00 | -96035,03 | -1131055,71 | 132276,00 | 98473,87  | 1939246,95 | 808191,24  |
| 21 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -6789,32  | -1137845,03 | 132276,00 | 99784,88  | 2039031,83 | 901186,80  |
| 22 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -6879,94  | -1144724,97 | 132276,00 | 101116,78 | 2140148,61 | 995423,63  |
| 23 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -6971,21  | -1151696,18 | 132276,00 | 102458,17 | 2242606,77 | 1090910,59 |
| 24 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7062,45  | -1158758,63 | 132276,00 | 103799,15 | 2346405,92 | 1187647,30 |
| 25 |            | -9000,00 | -60000,00 |           | -69000,00 | -54840,27 | -1213598,90 | 132276,00 | 105131,19 | 2451537,11 | 1237938,21 |
| 26 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7242,60  | -1220841,50 | 132276,00 | 106446,94 | 2557984,05 | 1337142,54 |
| 27 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7330,59  | -1228172,09 | 132276,00 | 107740,16 | 2665724,20 | 1437552,11 |
| 28 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7416,69  | -1235588,79 | 132276,00 | 109005,61 | 2774729,82 | 1539141,03 |
| 29 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7500,61  | -1243089,40 | 132276,00 | 110238,94 | 2884968,75 | 1641879,36 |
| 30 |            | -9000,00 |           | 135000,00 | 126000,00 | 106149,34 | -1136940,05 | 132276,00 | 111436,59 | 2996405,35 | 1859465,30 |
| 31 | -741100,00 | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7660,96  | -1183211,35 | 132276,00 | 112595,75 | 3109001,10 | 1925789,75 |
| 32 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7737,07  | -1190948,42 | 132276,00 | 113714,24 | 3222715,34 | 2031766,92 |
| 33 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7810,29  | -1198758,71 | 132276,00 | 114790,46 | 3337505,79 | 2138747,09 |
| 34 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -7880,57  | -1206639,27 | 132276,00 | 115823,32 | 3453329,11 | 2246689,83 |
| 35 |            | -9000,00 | -60000,00 |           | -69000,00 | -60933,51 | -1267572,78 | 132276,00 | 116812,18 | 3570141,29 | 2302568,51 |
| 36 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8012,12  | -1275584,90 | 132276,00 | 117756,81 | 3687898,10 | 2412313,20 |
| 37 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8073,39  | -1283658,29 | 132276,00 | 118657,29 | 3806555,39 | 2522897,10 |
| 38 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8131,68  | -1291789,97 | 132276,00 | 119514,03 | 3926069,41 | 2634279,44 |
| 39 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8187,04  | -1299977,01 | 132276,00 | 120327,65 | 4046397,06 | 2746420,05 |
| 40 |            | -9000,00 | 120000,00 | -         | 129000,00 | 118099,82 | -1418076,83 | 132276,00 | 121099,00 | 4167496,07 | 2749419,24 |
| 41 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8289,20  | -1426366,03 | 132276,00 | 121829,12 | 4289325,19 | 2862959,16 |
| 42 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8336,15  | -1434702,18 | 132276,00 | 122519,16 | 4411844,35 | 2977142,17 |
| 43 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8380,46  | -1443082,64 | 132276,00 | 123170,40 | 4535014,75 | 3091932,11 |
| 44 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8422,22  | -1451504,86 | 132276,00 | 123784,20 | 4658798,95 | 3207294,09 |
| 45 |            | -9000,00 | -60000,00 |           | -69000,00 | -64871,76 | -1516376,62 | 132276,00 | 124361,98 | 4783160,93 | 3266784,31 |
| 46 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8498,49  | -1524875,11 | 132276,00 | 124905,21 | 4908066,14 | 3383191,03 |
| 47 |            | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8533,21  | -1533408,32 | 132276,00 | 125415,39 | 5033481,53 | 3500073,21 |

|    |  |          |           |           |           |           |             |           |           |            |            |
|----|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 48 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8565,77  | -1541974,09 | 132276,00 | 125894,01 | 5159375,54 | 3617401,45 |
| 49 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8596,29  | -1550570,38 | 132276,00 | 126342,59 | 5285718,13 | 3735147,75 |
| 50 |  | -9000,00 | 120000,00 | -         | 129000,00 | 123623,14 | -1674193,53 | 132276,00 | 126762,60 | 5412480,73 | 3738287,20 |
| 51 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8651,60  | -1682845,13 | 132276,00 | 127155,51 | 5539636,24 | 3856791,10 |
| 52 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8676,59  | -1691521,72 | 132276,00 | 127522,76 | 5667159,00 | 3975637,28 |
| 53 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8699,93  | -1700221,65 | 132276,00 | 127865,75 | 5795024,75 | 4094803,10 |
| 54 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8721,71  | -1708943,36 | 132276,00 | 128185,83 | 5923210,59 | 4214267,23 |
| 55 |  | -9000,00 | -60000,00 |           | -69000,00 | -67022,12 | -1775965,48 | 132276,00 | 128484,33 | 6051694,91 | 4275729,43 |
| 56 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8760,94  | -1784726,43 | 132276,00 | 128762,49 | 6180457,40 | 4395730,97 |
| 57 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8778,57  | -1793504,99 | 132276,00 | 129021,53 | 6309478,93 | 4515973,94 |
| 58 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8794,97  | -1802299,96 | 132276,00 | 129262,63 | 6438741,56 | 4636441,60 |
| 59 |  | -9000,00 |           |           | -9000,00  | -8810,23  | -1811110,19 | 132276,00 | 129486,88 | 6568228,44 | 4757118,25 |
| 60 |  | -9000,00 |           | 135000,00 | 126000,00 | 123541,80 | -1687568,40 | 132276,00 | 129695,35 | 6697923,80 | 5010355,40 |

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для безбалластного  
верхнего строения пути на земляном полотне при грузовом движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (груз.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -105000,00               |                           |                                     |                                 | -105000,00         |                             |                              |                              |                            |                              | -105000,00           |
| -1     | -12850,00                |                           |                                     |                                 | -117850,00         |                             |                              |                              |                            |                              | -117850,00           |
| 0      | -858000,00               |                           |                                     |                                 | -975850,00         |                             | -975850,00                   |                              |                            |                              | -975850,00           |
| 1      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2750,00                    | -978600,00                   | 157680,00                    | 144540,00                  | 144540,00                    | -834060,00           |
| 2      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2559,47                    | -981159,47                   | 157680,00                    | 134525,55                  | 279065,55                    | -702093,92           |
| 3      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4827,99                    | -985987,46                   | 157680,00                    | 126879,62                  | 405945,17                    | -580042,29           |
| 4      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2303,28                    | -988290,73                   | 157680,00                    | 121060,23                  | 527005,40                    | -461285,33           |
| 5      |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5549,45                    | -993840,19                   | 157680,00                    | 116671,73                  | 643677,14                    | -350163,05           |
| 6      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4315,83                    | -998156,02                   | 157680,00                    | 113419,93                  | 757097,06                    | -241058,96           |
| 7      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2113,43                    | -1000269,45                  | 157680,00                    | 111082,14                  | 868179,20                    | -132090,25           |
| 8      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2083,08                    | -1002352,54                  | 157680,00                    | 109486,95                  | 977666,15                    | -24686,39            |
| 9      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4128,62                    | -1006481,16                  | 157680,00                    | 108500,16                  | 1086166,31                   | 79685,15             |
| 10     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5137,70                    | -1011618,86                  | 157680,00                    | 108015,08                  | 1194181,39                   | 182562,53            |
| 11     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2053,76                    | -1013672,62                  | 157680,00                    | 107945,56                  | 1302126,96                   | 288454,34            |
| 12     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4118,00                    | -1017790,62                  | 157680,00                    | 108221,04                  | 1410348,00                   | 392557,38            |
| 13     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2069,69                    | -1019860,31                  | 157680,00                    | 108782,96                  | 1519130,96                   | 499270,65            |
| 14     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2084,90                    | -1021945,21                  | 157680,00                    | 109582,14                  | 1628713,10                   | 606767,89            |
| 15     |                          | -3000,00                  | -7500,00                            |                                 | -10500,00          | -7363,37                    | -1029308,58                  | 157680,00                    | 110576,80                  | 1739289,90                   | 709981,33            |
| 16     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2125,78                    | -1031434,36                  | 157680,00                    | 111731,20                  | 1851021,10                   | 819586,74            |
| 17     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2150,20                    | -1033584,56                  | 157680,00                    | 113014,44                  | 1964035,54                   | 930450,98            |
| 18     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4353,11                    | -1037937,67                  | 157680,00                    | 114399,74                  | 2078435,28                   | 1040497,61           |
| 19     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2204,41                    | -1040142,08                  | 157680,00                    | 115863,75                  | 2194299,03                   | 1154156,95           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (груз.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 20     |                          | -3000,00                  | -168300,00                          |                                 | -171300,00         | -127525,58                  | -1167667,66                  | 157680,00                    | 117386,07                  | 2311685,10                   | 1144017,44           |
| 21     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4526,21                    | -1172193,88                  | 157680,00                    | 118948,86                  | 2430633,97                   | 1258440,09           |
| 22     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2293,31                    | -1174487,19                  | 157680,00                    | 120536,56                  | 2551170,52                   | 1376683,33           |
| 23     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2323,74                    | -1176810,92                  | 157680,00                    | 122135,56                  | 2673306,09                   | 1496495,16           |
| 24     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4708,30                    | -1181519,22                  | 157680,00                    | 123734,09                  | 2797040,17                   | 1615520,95           |
| 25     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5960,90                    | -1187480,12                  | 157680,00                    | 125321,94                  | 2922362,12                   | 1734882,00           |
| 26     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2414,20                    | -1189894,32                  | 157680,00                    | 126890,39                  | 3049252,50                   | 1859358,18           |
| 27     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4887,06                    | -1194781,38                  | 157680,00                    | 128431,98                  | 3177684,48                   | 1982903,10           |
| 28     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2472,23                    | -1197253,62                  | 157680,00                    | 129940,46                  | 3307624,95                   | 2110371,33           |
| 29     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2500,20                    | -1199753,82                  | 157680,00                    | 131410,66                  | 3439035,60                   | 2239281,78           |
| 30     |                          | -3000,00                  | -171300,00                          |                                 | -174300,00         | -146839,93                  | -1346593,75                  | 157680,00                    | 132838,32                  | 3571873,92                   | 2225280,18           |
| 31     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2553,65                    | -1349147,40                  | 157680,00                    | 134220,10                  | 3706094,03                   | 2356946,63           |
| 32     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2579,02                    | -1351726,42                  | 157680,00                    | 135553,40                  | 3841647,42                   | 2489921,00           |
| 33     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5206,86                    | -1356933,28                  | 157680,00                    | 136836,30                  | 3978483,73                   | 2621550,44           |
| 34     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2626,86                    | -1359560,14                  | 157680,00                    | 138067,53                  | 4116551,26                   | 2756991,12           |
| 35     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -6623,21                    | -1366183,35                  | 157680,00                    | 139246,31                  | 4255797,56                   | 2889614,22           |
| 36     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5341,41                    | -1371524,76                  | 157680,00                    | 140372,35                  | 4396169,92                   | 3024645,16           |
| 37     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2691,13                    | -1374215,89                  | 157680,00                    | 141445,78                  | 4537615,70                   | 3163399,81           |
| 38     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2710,56                    | -1376926,45                  | 157680,00                    | 142467,05                  | 4680082,75                   | 3303156,30           |
| 39     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5458,03                    | -1382384,48                  | 157680,00                    | 143436,93                  | 4823519,68                   | 3441135,20           |
| 40     |                          | -3000,00                  | -168300,00                          |                                 | -171300,00         | -156825,57                  | -1539210,05                  | 157680,00                    | 144356,43                  | 4967876,10                   | 3428666,06           |
| 41     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2763,07                    | -1541973,12                  | 157680,00                    | 145226,77                  | 5113102,87                   | 3571129,76           |
| 42     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5557,43                    | -1547530,55                  | 157680,00                    | 146049,33                  | 5259152,21                   | 3711621,66           |
| 43     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2793,49                    | -1550324,03                  | 157680,00                    | 146825,64                  | 5405977,85                   | 3855653,82           |
| 44     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2807,41                    | -1553131,44                  | 157680,00                    | 147557,32                  | 5553535,17                   | 4000403,73           |
| 45     |                          | -3000,00                  | -7500,00                            |                                 | -10500,00          | -9871,79                    | -1563003,23                  | 157680,00                    | 148246,07                  | 5701781,24                   | 4138778,01           |
| 46     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2832,83                    | -1565836,06                  | 157680,00                    | 148893,63                  | 5850674,87                   | 4284838,81           |



| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (груз.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 47     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2844,40                    | -1568680,46                  | 157680,00                    | 149501,79                  | 6000176,66                   | 4431496,19           |
| 48     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5710,51                    | -1574390,98                  | 157680,00                    | 150072,33                  | 6150248,99                   | 4575858,01           |
| 49     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2865,43                    | -1577256,41                  | 157680,00                    | 150607,06                  | 6300856,05                   | 4723599,64           |
| 50     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -7187,39                    | -1584443,80                  | 157680,00                    | 151107,73                  | 6451963,78                   | 4867519,98           |
| 51     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5767,74                    | -1590211,54                  | 157680,00                    | 151576,11                  | 6603539,89                   | 5013328,35           |
| 52     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2892,20                    | -1593103,74                  | 157680,00                    | 152013,89                  | 6755553,77                   | 5162450,04           |
| 53     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2899,98                    | -1596003,71                  | 157680,00                    | 152422,75                  | 6907976,52                   | 5311972,81           |
| 54     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5814,47                    | -1601818,18                  | 157680,00                    | 152804,31                  | 7060780,83                   | 5458962,65           |
| 55     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -7285,01                    | -1609103,20                  | 157680,00                    | 153160,12                  | 7213940,95                   | 5604837,76           |
| 56     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2920,31                    | -1612023,51                  | 157680,00                    | 153491,71                  | 7367432,66                   | 5755409,15           |
| 57     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5852,38                    | -1617875,89                  | 157680,00                    | 153800,50                  | 7521233,16                   | 5903357,27           |
| 58     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2931,66                    | -1620807,55                  | 157680,00                    | 154087,90                  | 7675321,07                   | 6054513,52           |
| 59     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2936,74                    | -1623744,29                  | 157680,00                    | 154355,22                  | 7829676,29                   | 6205932,00           |
| 60     |                          | -3000,00                  | -171300,00                          | 30000,00                        | 27000,00           | 26473,24                    | -1597271,05                  | 157680,00                    | 154603,73                  | 7984280,02                   | 6387008,97           |

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для безбалластного  
верхнего строения пути на земляном полотне при пассажирском движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки(пасс.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -105000,00               |                           |                                     |                                 | -105000,00         |                             |                              |                             |                            |                              | -105000,00           |
| -1     | -12850,00                |                           |                                     |                                 | -117850,00         |                             |                              |                             |                            |                              | -117850,00           |
| 0      | -858000,00               |                           |                                     |                                 | -975850,00         |                             | -975850,00                   |                             |                            |                              | -975850,00           |
| 1      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2750,00                    | -978600,00                   | 84096,00                    | 77088,00                   | 77088,00                     | -901512,00           |
| 2      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2559,47                    | -981159,47                   | 84096,00                    | 71746,96                   | 148834,96                    | -832324,51           |
| 3      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4827,99                    | -985987,46                   | 84096,00                    | 67669,13                   | 216504,09                    | -769483,37           |
| 4      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2303,28                    | -988290,73                   | 84096,00                    | 64565,46                   | 281069,55                    | -707221,19           |
| 5      |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5549,45                    | -993840,19                   | 84096,00                    | 62224,92                   | 343294,47                    | -650545,72           |
| 6      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4315,83                    | -998156,02                   | 84096,00                    | 60490,63                   | 403785,10                    | -594370,92           |
| 7      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2113,43                    | -1000269,45                  | 84096,00                    | 59243,81                   | 463028,91                    | -537240,54           |
| 8      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2083,08                    | -1002352,54                  | 84096,00                    | 58393,04                   | 521421,94                    | -480930,59           |
| 9      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4128,62                    | -1006481,16                  | 84096,00                    | 57866,75                   | 579288,70                    | -427192,46           |
| 10     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5137,70                    | -1011618,86                  | 84096,00                    | 57608,04                   | 636896,74                    | -374722,12           |
| 11     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2053,76                    | -1013672,62                  | 84096,00                    | 57570,97                   | 694467,71                    | -319204,91           |
| 12     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4118,00                    | -1017790,62                  | 84096,00                    | 57717,89                   | 752185,60                    | -265605,02           |
| 13     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2069,69                    | -1019860,31                  | 84096,00                    | 58017,58                   | 810203,18                    | -209657,13           |
| 14     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2084,90                    | -1021945,21                  | 84096,00                    | 58443,81                   | 868646,99                    | -153298,22           |
| 15     |                          | -3000,00                  | -7500,00                            |                                 | -10500,00          | -7363,37                    | -1029308,58                  | 84096,00                    | 58974,30                   | 927621,28                    | -101687,30           |
| 16     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2125,78                    | -1031434,36                  | 84096,00                    | 59589,97                   | 987211,25                    | -44223,11            |
| 17     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2150,20                    | -1033584,56                  | 84096,00                    | 60274,37                   | 1047485,62                   | 13901,06             |
| 18     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4353,11                    | -1037937,67                  | 84096,00                    | 61013,20                   | 1108498,82                   | 70561,15             |
| 19     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2204,41                    | -1040142,08                  | 84096,00                    | 61794,00                   | 1170292,82                   | 130150,74            |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки(пасс.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 20     |                          | -3000,00                  | -168300,00                          |                                 | -171300,00         | -127525,58                  | -1167667,66                  | 84096,00                    | 62605,90                   | 1232898,72                   | 65231,06             |
| 21     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4526,21                    | -1172193,88                  | 84096,00                    | 63439,39                   | 1296338,12                   | 124144,24            |
| 22     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2293,31                    | -1174487,19                  | 84096,00                    | 64286,16                   | 1360624,28                   | 186137,09            |
| 23     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2323,74                    | -1176810,92                  | 84096,00                    | 65138,97                   | 1425763,25                   | 248952,32            |
| 24     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4708,30                    | -1181519,22                  | 84096,00                    | 65991,51                   | 1491754,76                   | 310235,54            |
| 25     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5960,90                    | -1187480,12                  | 84096,00                    | 66838,37                   | 1558593,13                   | 371113,01            |
| 26     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2414,20                    | -1189894,32                  | 84096,00                    | 67674,87                   | 1626268,00                   | 436373,68            |
| 27     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4887,06                    | -1194781,38                  | 84096,00                    | 68497,06                   | 1694765,06                   | 499983,67            |
| 28     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2472,23                    | -1197253,62                  | 84096,00                    | 69301,58                   | 1764066,64                   | 566813,02            |
| 29     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2500,20                    | -1199753,82                  | 84096,00                    | 70085,68                   | 1834152,32                   | 634398,50            |
| 30     |                          | -3000,00                  | -171300,00                          |                                 | -174300,00         | -146839,93                  | -1346593,75                  | 84096,00                    | 70847,11                   | 1904999,43                   | 558405,68            |
| 31     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2553,65                    | -1349147,40                  | 84096,00                    | 71584,05                   | 1976583,48                   | 627436,08            |
| 32     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2579,02                    | -1351726,42                  | 84096,00                    | 72295,14                   | 2048878,63                   | 697152,20            |
| 33     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5206,86                    | -1356933,28                  | 84096,00                    | 72979,36                   | 2121857,99                   | 764924,70            |
| 34     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2626,86                    | -1359560,14                  | 84096,00                    | 73636,02                   | 2195494,00                   | 835933,86            |
| 35     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -6623,21                    | -1366183,35                  | 84096,00                    | 74264,70                   | 2269758,70                   | 903575,36            |
| 36     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5341,41                    | -1371524,76                  | 84096,00                    | 74865,26                   | 2344623,96                   | 973099,20            |
| 37     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2691,13                    | -1374215,89                  | 84096,00                    | 75437,75                   | 2420061,70                   | 1045845,82           |
| 38     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2710,56                    | -1376926,45                  | 84096,00                    | 75982,43                   | 2496044,13                   | 1119117,68           |
| 39     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5458,03                    | -1382384,48                  | 84096,00                    | 76499,70                   | 2572543,83                   | 1190159,35           |
| 40     |                          | -3000,00                  | -168300,00                          |                                 | -171300,00         | -156825,57                  | -1539210,05                  | 84096,00                    | 76990,10                   | 2649533,92                   | 1110323,87           |
| 41     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2763,07                    | -1541973,12                  | 84096,00                    | 77454,28                   | 2726988,20                   | 1185015,08           |
| 42     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5557,43                    | -1547530,55                  | 84096,00                    | 77892,98                   | 2804881,18                   | 1257350,63           |
| 43     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2793,49                    | -1550324,03                  | 84096,00                    | 78307,01                   | 2883188,19                   | 1332864,15           |
| 44     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2807,41                    | -1553131,44                  | 84096,00                    | 78697,24                   | 2961885,43                   | 1408753,98           |
| 45     |                          | -3000,00                  | -7500,00                            |                                 | -10500,00          | -9871,79                    | -1563003,23                  | 84096,00                    | 79064,57                   | 3040950,00                   | 1477946,76           |
| 46     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2832,83                    | -1565836,06                  | 84096,00                    | 79409,94                   | 3120359,93                   | 1554523,87           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки(пасс.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 47     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2844,40                    | -1568680,46                  | 84096,00                    | 79734,29                   | 3200094,22                   | 1631413,75           |
| 48     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5710,51                    | -1574390,98                  | 84096,00                    | 80038,58                   | 3280132,80                   | 1705741,82           |
| 49     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2865,43                    | -1577256,41                  | 84096,00                    | 80323,76                   | 3360456,56                   | 1783200,15           |
| 50     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -7187,39                    | -1584443,80                  | 84096,00                    | 80590,79                   | 3441047,35                   | 1856603,55           |
| 51     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5767,74                    | -1590211,54                  | 84096,00                    | 80840,59                   | 3521887,94                   | 1931676,40           |
| 52     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2892,20                    | -1593103,74                  | 84096,00                    | 81074,07                   | 3602962,01                   | 2009858,28           |
| 53     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2899,98                    | -1596003,71                  | 84096,00                    | 81292,13                   | 3684254,15                   | 2088250,43           |
| 54     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5814,47                    | -1601818,18                  | 84096,00                    | 81495,63                   | 3765749,78                   | 2163931,59           |
| 55     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -7285,01                    | -1609103,20                  | 84096,00                    | 81685,40                   | 3847435,18                   | 2238331,98           |
| 56     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2920,31                    | -1612023,51                  | 84096,00                    | 81862,24                   | 3929297,42                   | 2317273,91           |
| 57     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5852,38                    | -1617875,89                  | 84096,00                    | 82026,94                   | 4011324,35                   | 2393448,46           |
| 58     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2931,66                    | -1620807,55                  | 84096,00                    | 82180,21                   | 4093504,57                   | 2472697,02           |
| 59     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2936,74                    | -1623744,29                  | 84096,00                    | 82322,79                   | 4175827,35                   | 2552083,06           |
| 60     |                          | -3000,00                  | -171300,00                          | 30000,00                        | 27000,00           | 26473,24                    | -1597271,05                  | 84096,00                    | 82455,32                   | 4258282,68                   | 2661011,63           |

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для безбалластного  
верхнего строения пути на земляном полотне при совмещенном движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.+УКП), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -105000,00               |                           |                                     |                                 | -105000,00         |                             |                              |                                  |                            |                              | -105000,00           |
| -1     | -12850,00                |                           |                                     |                                 | -117850,00         |                             |                              |                                  |                            |                              | -117850,00           |
| 0      | -858000,00               |                           |                                     |                                 | -975850,00         |                             | -975850,00                   |                                  |                            |                              | -975850,00           |
| 1      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2750,00                    | -978600,00                   | 132276,00                        | 121253,00                  | 121253,00                    | -857347,00           |
| 2      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2559,47                    | -981159,47                   | 132276,00                        | 112851,99                  | 234104,99                    | -747054,48           |
| 3      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4827,99                    | -985987,46                   | 132276,00                        | 106437,91                  | 340542,89                    | -645444,57           |
| 4      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2303,28                    | -988290,73                   | 132276,00                        | 101556,09                  | 442098,98                    | -546191,76           |
| 5      |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5549,45                    | -993840,19                   | 132276,00                        | 97874,62                   | 539973,60                    | -453866,59           |
| 6      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4315,83                    | -998156,02                   | 132276,00                        | 95146,72                   | 635120,31                    | -363035,70           |
| 7      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2113,43                    | -1000269,45                  | 132276,00                        | 93185,57                   | 728305,88                    | -271963,57           |
| 8      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2083,08                    | -1002352,54                  | 132276,00                        | 91847,38                   | 820153,27                    | -182199,27           |
| 9      |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4128,62                    | -1006481,16                  | 132276,00                        | 91019,58                   | 911172,85                    | -95308,31            |
| 10     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5137,70                    | -1011618,86                  | 132276,00                        | 90612,65                   | 1001785,50                   | -9833,36             |
| 11     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2053,76                    | -1013672,62                  | 132276,00                        | 90554,33                   | 1092339,83                   | 78667,22             |
| 12     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4118,00                    | -1017790,62                  | 132276,00                        | 90785,43                   | 1183125,27                   | 165334,65            |
| 13     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2069,69                    | -1019860,31                  | 132276,00                        | 91256,82                   | 1274382,09                   | 254521,77            |
| 14     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2084,90                    | -1021945,21                  | 132276,00                        | 91927,24                   | 1366309,32                   | 344364,12            |
| 15     |                          | -3000,00                  | -7500,00                            |                                 | -10500,00          | -7363,37                    | -1029308,58                  | 132276,00                        | 92761,65                   | 1459070,98                   | 429762,40            |
| 16     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2125,78                    | -1031434,36                  | 132276,00                        | 93730,06                   | 1552801,03                   | 521366,67            |
| 17     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2150,20                    | -1033584,56                  | 132276,00                        | 94806,56                   | 1647607,59                   | 614023,03            |
| 18     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4353,11                    | -1037937,67                  | 132276,00                        | 95968,67                   | 1743576,26                   | 705638,59            |
| 19     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2204,41                    | -1040142,08                  | 132276,00                        | 97196,81                   | 1840773,08                   | 800631,00            |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.+УКП), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 20     |                          | -3000,00                  | -168300,00                          |                                 | -171300,00         | -127525,58                  | -1167667,66                  | 132276,00                        | 98473,87                   | 1939246,95                   | 771579,28            |
| 21     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4526,21                    | -1172193,88                  | 132276,00                        | 99784,88                   | 2039031,83                   | 866837,95            |
| 22     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2293,31                    | -1174487,19                  | 132276,00                        | 101116,78                  | 2140148,61                   | 965661,42            |
| 23     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2323,74                    | -1176810,92                  | 132276,00                        | 102458,17                  | 2242606,77                   | 1065795,85           |
| 24     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4708,30                    | -1181519,22                  | 132276,00                        | 103799,15                  | 2346405,92                   | 1164886,70           |
| 25     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -5960,90                    | -1187480,12                  | 132276,00                        | 105131,19                  | 2451537,11                   | 1264056,99           |
| 26     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2414,20                    | -1189894,32                  | 132276,00                        | 106446,94                  | 2557984,05                   | 1368089,72           |
| 27     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -4887,06                    | -1194781,38                  | 132276,00                        | 107740,16                  | 2665724,20                   | 1470942,82           |
| 28     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2472,23                    | -1197253,62                  | 132276,00                        | 109005,61                  | 2774729,82                   | 1577476,20           |
| 29     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2500,20                    | -1199753,82                  | 132276,00                        | 110238,94                  | 2884968,75                   | 1685214,94           |
| 30     |                          | -3000,00                  | -171300,00                          |                                 | -174300,00         | -146839,93                  | -1346593,75                  | 132276,00                        | 111436,59                  | 2996405,35                   | 1649811,60           |
| 31     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2553,65                    | -1349147,40                  | 132276,00                        | 112595,75                  | 3109001,10                   | 1759853,70           |
| 32     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2579,02                    | -1351726,42                  | 132276,00                        | 113714,24                  | 3222715,34                   | 1870988,92           |
| 33     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5206,86                    | -1356933,28                  | 132276,00                        | 114790,46                  | 3337505,79                   | 1980572,51           |
| 34     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2626,86                    | -1359560,14                  | 132276,00                        | 115823,32                  | 3453329,11                   | 2093768,97           |
| 35     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -6623,21                    | -1366183,35                  | 132276,00                        | 116812,18                  | 3570141,29                   | 2203957,94           |
| 36     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5341,41                    | -1371524,76                  | 132276,00                        | 117756,81                  | 3687898,10                   | 2316373,34           |
| 37     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2691,13                    | -1374215,89                  | 132276,00                        | 118657,29                  | 3806555,39                   | 2432339,50           |
| 38     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2710,56                    | -1376926,45                  | 132276,00                        | 119514,03                  | 3926069,41                   | 2549142,97           |
| 39     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5458,03                    | -1382384,48                  | 132276,00                        | 120327,65                  | 4046397,06                   | 2664012,59           |
| 40     |                          | -3000,00                  | -168300,00                          |                                 | -171300,00         | -156825,57                  | -1539210,05                  | 132276,00                        | 121099,00                  | 4167496,07                   | 2628286,02           |
| 41     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2763,07                    | -1541973,12                  | 132276,00                        | 121829,12                  | 4289325,19                   | 2747352,07           |
| 42     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5557,43                    | -1547530,55                  | 132276,00                        | 122519,16                  | 4411844,35                   | 2864313,80           |
| 43     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2793,49                    | -1550324,03                  | 132276,00                        | 123170,40                  | 4535014,75                   | 2984690,72           |
| 44     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2807,41                    | -1553131,44                  | 132276,00                        | 123784,20                  | 4658798,95                   | 3105667,51           |
| 45     |                          | -3000,00                  | -7500,00                            |                                 | -10500,00          | -9871,79                    | -1563003,23                  | 132276,00                        | 124361,98                  | 4783160,93                   | 3220157,70           |
| 46     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2832,83                    | -1565836,06                  | 132276,00                        | 124905,21                  | 4908066,14                   | 3342230,08           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.+УКП), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 47     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2844,40                    | -1568680,46                  | 132276,00                        | 125415,39                  | 5033481,53                   | 3464801,07           |
| 48     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5710,51                    | -1574390,98                  | 132276,00                        | 125894,01                  | 5159375,54                   | 3584984,56           |
| 49     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2865,43                    | -1577256,41                  | 132276,00                        | 126342,59                  | 5285718,13                   | 3708461,72           |
| 50     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -7187,39                    | -1584443,80                  | 132276,00                        | 126762,60                  | 5412480,73                   | 3828036,92           |
| 51     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5767,74                    | -1590211,54                  | 132276,00                        | 127155,51                  | 5539636,24                   | 3949424,70           |
| 52     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2892,20                    | -1593103,74                  | 132276,00                        | 127522,76                  | 5667159,00                   | 4074055,26           |
| 53     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2899,98                    | -1596003,71                  | 132276,00                        | 127865,75                  | 5795024,75                   | 4199021,04           |
| 54     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5814,47                    | -1601818,18                  | 132276,00                        | 128185,83                  | 5923210,59                   | 4321392,40           |
| 55     |                          | -3000,00                  | -4500,00                            |                                 | -7500,00           | -7285,01                    | -1609103,20                  | 132276,00                        | 128484,33                  | 6051694,91                   | 4442591,71           |
| 56     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2920,31                    | -1612023,51                  | 132276,00                        | 128762,49                  | 6180457,40                   | 4568433,89           |
| 57     |                          | -3000,00                  | -3000,00                            |                                 | -6000,00           | -5852,38                    | -1617875,89                  | 132276,00                        | 129021,53                  | 6309478,93                   | 4691603,04           |
| 58     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2931,66                    | -1620807,55                  | 132276,00                        | 129262,63                  | 6438741,56                   | 4817934,01           |
| 59     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2936,74                    | -1623744,29                  | 132276,00                        | 129486,88                  | 6568228,44                   | 4944484,15           |
| 60     |                          | -3000,00                  | -171300,00                          | 30000,00                        | 27000,00           | 26473,24                    | -1597271,05                  | 132276,00                        | 129695,35                  | 6697923,80                   | 5100652,75           |

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для безбалластного  
верхнего строения пути на эстакаде при грузовом движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (груз.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -136500,00               |                           |                                     |                                 | -136500,00         |                             |                              |                              |                            |                              | -136500,00           |
| -1     | -16705,00                |                           |                                     |                                 | -153205,00         |                             |                              |                              |                            |                              | -153205,00           |
| 0      | -1115400,00              |                           |                                     |                                 | -1268605,00        |                             | -1268605,00                  |                              |                            |                              | -1268605,00          |
| 1      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2750,00                    | -1271355,00                  | 157680,00                    | 144540,00                  | 144540,00                    | -1126815,00          |
| 2      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2559,47                    | -1273914,47                  | 157680,00                    | 134525,55                  | 279065,55                    | -994848,92           |
| 3      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4683,15                    | -1278597,62                  | 157680,00                    | 126879,62                  | 405945,17                    | -872652,45           |
| 4      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2303,28                    | -1280900,90                  | 157680,00                    | 121060,23                  | 527005,40                    | -753895,49           |
| 5      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2219,78                    | -1283120,68                  | 157680,00                    | 116671,73                  | 643677,14                    | -639443,54           |
| 6      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4186,35                    | -1287307,03                  | 157680,00                    | 113419,93                  | 757097,06                    | -530209,97           |
| 7      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2113,43                    | -1289420,46                  | 157680,00                    | 111082,14                  | 868179,20                    | -421241,26           |
| 8      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2083,08                    | -1291503,55                  | 157680,00                    | 109486,95                  | 977666,15                    | -313837,40           |
| 9      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4004,76                    | -1295508,31                  | 157680,00                    | 108500,16                  | 1086166,31                   | -209342,00           |
| 10     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2055,08                    | -1297563,39                  | 157680,00                    | 108015,08                  | 1194181,39                   | -103382,00           |
| 11     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2053,76                    | -1299617,15                  | 157680,00                    | 107945,56                  | 1302126,96                   | 2509,80              |
| 12     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -3994,46                    | -1303611,61                  | 157680,00                    | 108221,04                  | 1410348,00                   | 106736,39            |
| 13     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2069,69                    | -1305681,30                  | 157680,00                    | 108782,96                  | 1519130,96                   | 213449,66            |
| 14     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2084,90                    | -1307766,20                  | 157680,00                    | 109582,14                  | 1628713,10                   | 320946,90            |
| 15     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4081,41                    | -1311847,61                  | 157680,00                    | 110576,80                  | 1739289,90                   | 427442,29            |
| 16     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2125,78                    | -1313973,39                  | 157680,00                    | 111731,20                  | 1851021,10                   | 537047,71            |
| 17     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2150,20                    | -1316123,59                  | 157680,00                    | 113014,44                  | 1964035,54                   | 647911,95            |
| 18     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4222,52                    | -1320346,11                  | 157680,00                    | 114399,74                  | 2078435,28                   | 758089,17            |
| 19     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2204,41                    | -1322550,52                  | 157680,00                    | 115863,75                  | 2194299,03                   | 871748,51            |



| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (груз.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 20     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2233,37                    | -1324783,89                  | 157680,00                    | 117386,07                  | 2311685,10                   | 986901,21            |
| 21     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4390,43                    | -1329174,32                  | 157680,00                    | 118948,86                  | 2430633,97                   | 1101459,65           |
| 22     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2293,31                    | -1331467,63                  | 157680,00                    | 120536,56                  | 2551170,52                   | 1219702,89           |
| 23     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2323,74                    | -1333791,37                  | 157680,00                    | 122135,56                  | 2673306,09                   | 1339514,72           |
| 24     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4567,05                    | -1338358,42                  | 157680,00                    | 123734,09                  | 2797040,17                   | 1458681,76           |
| 25     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2384,36                    | -1340742,78                  | 157680,00                    | 125321,94                  | 2922362,12                   | 1581619,34           |
| 26     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2414,20                    | -1343156,98                  | 157680,00                    | 126890,39                  | 3049252,50                   | 1706095,53           |
| 27     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4740,45                    | -1347897,43                  | 157680,00                    | 128431,98                  | 3177684,48                   | 1829787,05           |
| 28     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2472,23                    | -1350369,66                  | 157680,00                    | 129940,46                  | 3307624,95                   | 1957255,29           |
| 29     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2500,20                    | -1352869,86                  | 157680,00                    | 131410,66                  | 3439035,60                   | 2086165,74           |
| 30     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4903,09                    | -1357772,95                  | 157680,00                    | 132838,32                  | 3571873,92                   | 2214100,97           |
| 31     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2553,65                    | -1360326,60                  | 157680,00                    | 134220,10                  | 3706094,03                   | 2345767,42           |
| 32     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2579,02                    | -1362905,63                  | 157680,00                    | 135553,40                  | 3841647,42                   | 2478741,80           |
| 33     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5050,66                    | -1367956,28                  | 157680,00                    | 136836,30                  | 3978483,73                   | 2610527,45           |
| 34     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2626,86                    | -1370583,14                  | 157680,00                    | 138067,53                  | 4116551,26                   | 2745968,12           |
| 35     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2649,28                    | -1373232,42                  | 157680,00                    | 139246,31                  | 4255797,56                   | 2882565,14           |
| 36     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5181,17                    | -1378413,59                  | 157680,00                    | 140372,35                  | 4396169,92                   | 3017756,33           |
| 37     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2691,13                    | -1381104,72                  | 157680,00                    | 141445,78                  | 4537615,70                   | 3156510,98           |
| 38     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2710,56                    | -1383815,28                  | 157680,00                    | 142467,05                  | 4680082,75                   | 3296267,46           |
| 39     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5294,29                    | -1389109,57                  | 157680,00                    | 143436,93                  | 4823519,68                   | 3434410,11           |
| 40     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2746,51                    | -1391856,07                  | 157680,00                    | 144356,43                  | 4967876,10                   | 3576020,03           |
| 41     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2763,07                    | -1394619,14                  | 157680,00                    | 145226,77                  | 5113102,87                   | 3718483,73           |
| 42     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5390,71                    | -1400009,85                  | 157680,00                    | 146049,33                  | 5259152,21                   | 3859142,36           |
| 43     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2793,49                    | -1402803,34                  | 157680,00                    | 146825,64                  | 5405977,85                   | 4003174,51           |
| 44     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2807,41                    | -1405610,74                  | 157680,00                    | 147557,32                  | 5553535,17                   | 4147924,43           |
| 45     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5471,79                    | -1411082,54                  | 157680,00                    | 148246,07                  | 5701781,24                   | 4290698,70           |
| 46     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2832,83                    | -1413915,37                  | 157680,00                    | 148893,63                  | 5850674,87                   | 4436759,50           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (груз.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 47     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2844,40                    | -1416759,77                  | 157680,00                    | 149501,79                  | 6000176,66                   | 4583416,89           |
| 48     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5539,20                    | -1422298,97                  | 157680,00                    | 150072,33                  | 6150248,99                   | 4727950,02           |
| 49     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2865,43                    | -1425164,40                  | 157680,00                    | 150607,06                  | 6300856,05                   | 4875691,65           |
| 50     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2874,96                    | -1428039,36                  | 157680,00                    | 151107,73                  | 6451963,78                   | 5023924,42           |
| 51     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5594,70                    | -1433634,06                  | 157680,00                    | 151576,11                  | 6603539,89                   | 5169905,82           |
| 52     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2892,20                    | -1436526,26                  | 157680,00                    | 152013,89                  | 6755553,77                   | 5319027,52           |
| 53     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2899,98                    | -1439426,23                  | 157680,00                    | 152422,75                  | 6907976,52                   | 5468550,29           |
| 54     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5640,04                    | -1445066,27                  | 157680,00                    | 152804,31                  | 7060780,83                   | 5615714,56           |
| 55     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2914,01                    | -1447980,28                  | 157680,00                    | 153160,12                  | 7213940,95                   | 5765960,68           |
| 56     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2920,31                    | -1450900,59                  | 157680,00                    | 153491,71                  | 7367432,66                   | 5916532,07           |
| 57     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5676,81                    | -1456577,40                  | 157680,00                    | 153800,50                  | 7521233,16                   | 6064655,77           |
| 58     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2931,66                    | -1459509,06                  | 157680,00                    | 154087,90                  | 7675321,07                   | 6215812,01           |
| 59     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2936,74                    | -1462445,80                  | 157680,00                    | 154355,22                  | 7829676,29                   | 6367230,49           |
| 60     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            | 30000,00                        | 27000,00           | 26473,24                    | -1435972,56                  | 157680,00                    | 154603,73                  | 7984280,02                   | 6548307,47           |

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для безбалластного  
верхнего строения пути на эстакаде при пассажирском движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -136500,00               |                           |                                     |                                 | -136500,00         |                             |                              |                              |                            |                              | -136500,00           |
| -1     | -16705,00                |                           |                                     |                                 | -153205,00         |                             |                              |                              |                            |                              | -153205,00           |
| 0      | 1115400,00               |                           |                                     |                                 | 1268605,00         |                             | -1268605,00                  |                              |                            |                              | -1268605,00          |
| 1      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2750,00                    | -1271355,00                  | 84096,00                     | 77088,00                   | 77088,00                     | -1194267,00          |
| 2      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2559,47                    | -1273914,47                  | 84096,00                     | 71746,96                   | 148834,96                    | -1125079,51          |
| 3      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4683,15                    | -1278597,62                  | 84096,00                     | 67669,13                   | 216504,09                    | -1062093,53          |
| 4      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2303,28                    | -1280900,90                  | 84096,00                     | 64565,46                   | 281069,55                    | -999831,35           |
| 5      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2219,78                    | -1283120,68                  | 84096,00                     | 62224,92                   | 343294,47                    | -939826,20           |
| 6      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4186,35                    | -1287307,03                  | 84096,00                     | 60490,63                   | 403785,10                    | -883521,93           |
| 7      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2113,43                    | -1289420,46                  | 84096,00                     | 59243,81                   | 463028,91                    | -826391,56           |
| 8      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2083,08                    | -1291503,55                  | 84096,00                     | 58393,04                   | 521421,94                    | -770081,60           |
| 9      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4004,76                    | -1295508,31                  | 84096,00                     | 57866,75                   | 579288,70                    | -716219,61           |
| 10     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2055,08                    | -1297563,39                  | 84096,00                     | 57608,04                   | 636896,74                    | -660666,65           |
| 11     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2053,76                    | -1299617,15                  | 84096,00                     | 57570,97                   | 694467,71                    | -605149,44           |
| 12     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -3994,46                    | -1303611,61                  | 84096,00                     | 57717,89                   | 752185,60                    | -551426,01           |
| 13     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2069,69                    | -1305681,30                  | 84096,00                     | 58017,58                   | 810203,18                    | -495478,12           |
| 14     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2084,90                    | -1307766,20                  | 84096,00                     | 58443,81                   | 868646,99                    | -439119,21           |
| 15     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4081,41                    | -1311847,61                  | 84096,00                     | 58974,30                   | 927621,28                    | -384226,33           |
| 16     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2125,78                    | -1313973,39                  | 84096,00                     | 59589,97                   | 987211,25                    | -326762,14           |
| 17     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2150,20                    | -1316123,59                  | 84096,00                     | 60274,37                   | 1047485,62                   | -268637,97           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 18     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4222,52                    | -1320346,11                  | 84096,00                     | 61013,20                   | 1108498,82                   | -211847,29           |
| 19     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2204,41                    | -1322550,52                  | 84096,00                     | 61794,00                   | 1170292,82                   | -152257,70           |
| 20     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2233,37                    | -1324783,89                  | 84096,00                     | 62605,90                   | 1232898,72                   | -91885,17            |
| 21     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4390,43                    | -1329174,32                  | 84096,00                     | 63439,39                   | 1296338,12                   | -32836,20            |
| 22     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2293,31                    | -1331467,63                  | 84096,00                     | 64286,16                   | 1360624,28                   | 29156,65             |
| 23     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2323,74                    | -1333791,37                  | 84096,00                     | 65138,97                   | 1425763,25                   | 91971,88             |
| 24     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4567,05                    | -1338358,42                  | 84096,00                     | 65991,51                   | 1491754,76                   | 153396,34            |
| 25     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2384,36                    | -1340742,78                  | 84096,00                     | 66838,37                   | 1558593,13                   | 217850,35            |
| 26     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2414,20                    | -1343156,98                  | 84096,00                     | 67674,87                   | 1626268,00                   | 283111,02            |
| 27     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4740,45                    | -1347897,43                  | 84096,00                     | 68497,06                   | 1694765,06                   | 346867,63            |
| 28     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2472,23                    | -1350369,66                  | 84096,00                     | 69301,58                   | 1764066,64                   | 413696,98            |
| 29     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2500,20                    | -1352869,86                  | 84096,00                     | 70085,68                   | 1834152,32                   | 481282,46            |
| 30     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4903,09                    | -1357772,95                  | 84096,00                     | 70847,11                   | 1904999,43                   | 547226,48            |
| 31     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2553,65                    | -1360326,60                  | 84096,00                     | 71584,05                   | 1976583,48                   | 616256,88            |
| 32     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2579,02                    | -1362905,63                  | 84096,00                     | 72295,14                   | 2048878,63                   | 685973,00            |
| 33     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5050,66                    | -1367956,28                  | 84096,00                     | 72979,36                   | 2121857,99                   | 753901,71            |
| 34     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2626,86                    | -1370583,14                  | 84096,00                     | 73636,02                   | 2195494,00                   | 824910,87            |
| 35     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2649,28                    | -1373232,42                  | 84096,00                     | 74264,70                   | 2269758,70                   | 896526,28            |
| 36     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5181,17                    | -1378413,59                  | 84096,00                     | 74865,26                   | 2344623,96                   | 966210,36            |
| 37     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2691,13                    | -1381104,72                  | 84096,00                     | 75437,75                   | 2420061,70                   | 1038956,98           |
| 38     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2710,56                    | -1383815,28                  | 84096,00                     | 75982,43                   | 2496044,13                   | 1112228,85           |
| 39     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5294,29                    | -1389109,57                  | 84096,00                     | 76499,70                   | 2572543,83                   | 1183434,26           |
| 40     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2746,51                    | -1391856,07                  | 84096,00                     | 76990,10                   | 2649533,92                   | 1257677,85           |
| 41     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2763,07                    | -1394619,14                  | 84096,00                     | 77454,28                   | 2726988,20                   | 1332369,06           |
| 42     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5390,71                    | -1400009,85                  | 84096,00                     | 77892,98                   | 2804881,18                   | 1404871,33           |
| 43     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2793,49                    | -1402803,34                  | 84096,00                     | 78307,01                   | 2883188,19                   | 1480384,85           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 44     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2807,41                    | -1405610,74                  | 84096,00                     | 78697,24                   | 2961885,43                   | 1556274,68           |
| 45     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5471,79                    | -1411082,54                  | 84096,00                     | 79064,57                   | 3040950,00                   | 1629867,46           |
| 46     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2832,83                    | -1413915,37                  | 84096,00                     | 79409,94                   | 3120359,93                   | 1706444,56           |
| 47     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2844,40                    | -1416759,77                  | 84096,00                     | 79734,29                   | 3200094,22                   | 1783334,45           |
| 48     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5539,20                    | -1422298,97                  | 84096,00                     | 80038,58                   | 3280132,80                   | 1857833,83           |
| 49     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2865,43                    | -1425164,40                  | 84096,00                     | 80323,76                   | 3360456,56                   | 1935292,16           |
| 50     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2874,96                    | -1428039,36                  | 84096,00                     | 80590,79                   | 3441047,35                   | 2013007,99           |
| 51     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5594,70                    | -1433634,06                  | 84096,00                     | 80840,59                   | 3521887,94                   | 2088253,88           |
| 52     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2892,20                    | -1436526,26                  | 84096,00                     | 81074,07                   | 3602962,01                   | 2166435,75           |
| 53     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2899,98                    | -1439426,23                  | 84096,00                     | 81292,13                   | 3684254,15                   | 2244827,91           |
| 54     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5640,04                    | -1445066,27                  | 84096,00                     | 81495,63                   | 3765749,78                   | 2320683,50           |
| 55     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2914,01                    | -1447980,28                  | 84096,00                     | 81685,40                   | 3847435,18                   | 2399454,90           |
| 56     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2920,31                    | -1450900,59                  | 84096,00                     | 81862,24                   | 3929297,42                   | 2478396,83           |
| 57     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5676,81                    | -1456577,40                  | 84096,00                     | 82026,94                   | 4011324,35                   | 2554746,96           |
| 58     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2931,66                    | -1459509,06                  | 84096,00                     | 82180,21                   | 4093504,57                   | 2633995,51           |
| 59     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2936,74                    | -1462445,80                  | 84096,00                     | 82322,79                   | 4175827,35                   | 2713381,56           |
| 60     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            | 30000,00                        | 27000,00           | 26473,24                    | -1435972,56                  | 84096,00                     | 82455,32                   | 4258282,68                   | 2822310,12           |

**Определение чистого дисконтированного дохода с переменной по периодам нормой дисконта  $E$  для безбалластного  
верхнего строения пути на эстакаде при совмещенном движении**

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.+УКП), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| -2     | -136500,00               |                           |                                     |                                 | -136500,00         |                             |                              |                                  |                            |                              | -136500,00           |
| -1     | -16705,00                |                           |                                     |                                 | -153205,00         |                             |                              |                                  |                            |                              | -153205,00           |
| 0      | -1115400,00              |                           |                                     |                                 | -                  |                             | -1268605,00                  |                                  |                            |                              | -1268605,00          |
| 1      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2750,00                    | -1271355,00                  | 132276,00                        | 121253,00                  | 121253,00                    | -1150102,00          |
| 2      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2559,47                    | -1273914,47                  | 132276,00                        | 112851,99                  | 234104,99                    | -1039809,48          |
| 3      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4683,15                    | -1278597,62                  | 132276,00                        | 106437,91                  | 340542,89                    | -938054,73           |
| 4      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2303,28                    | -1280900,90                  | 132276,00                        | 101556,09                  | 442098,98                    | -838801,92           |
| 5      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2219,78                    | -1283120,68                  | 132276,00                        | 97874,62                   | 539973,60                    | -743147,08           |
| 6      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4186,35                    | -1287307,03                  | 132276,00                        | 95146,72                   | 635120,31                    | -652186,72           |
| 7      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2113,43                    | -1289420,46                  | 132276,00                        | 93185,57                   | 728305,88                    | -561114,58           |
| 8      |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2083,08                    | -1291503,55                  | 132276,00                        | 91847,38                   | 820153,27                    | -471350,28           |
| 9      |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4004,76                    | -1295508,31                  | 132276,00                        | 91019,58                   | 911172,85                    | -384335,46           |
| 10     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2055,08                    | -1297563,39                  | 132276,00                        | 90612,65                   | 1001785,50                   | -295777,89           |
| 11     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2053,76                    | -1299617,15                  | 132276,00                        | 90554,33                   | 1092339,83                   | -207277,32           |
| 12     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -3994,46                    | -1303611,61                  | 132276,00                        | 90785,43                   | 1183125,27                   | -120486,35           |
| 13     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2069,69                    | -1305681,30                  | 132276,00                        | 91256,82                   | 1274382,09                   | -31299,22            |
| 14     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2084,90                    | -1307766,20                  | 132276,00                        | 91927,24                   | 1366309,32                   | 58543,12             |
| 15     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4081,41                    | -1311847,61                  | 132276,00                        | 92761,65                   | 1459070,98                   | 147223,36            |
| 16     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2125,78                    | -1313973,39                  | 132276,00                        | 93730,06                   | 1552801,03                   | 238827,64            |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.+УКП), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 17     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2150,20                    | -1316123,59                  | 132276,00                        | 94806,56                   | 1647607,59                   | 331484,00            |
| 18     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4222,52                    | -1320346,11                  | 132276,00                        | 95968,67                   | 1743576,26                   | 423230,15            |
| 19     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2204,41                    | -1322550,52                  | 132276,00                        | 97196,81                   | 1840773,08                   | 518222,56            |
| 20     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2233,37                    | -1324783,89                  | 132276,00                        | 98473,87                   | 1939246,95                   | 614463,06            |
| 21     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4390,43                    | -1329174,32                  | 132276,00                        | 99784,88                   | 2039031,83                   | 709857,51            |
| 22     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2293,31                    | -1331467,63                  | 132276,00                        | 101116,78                  | 2140148,61                   | 808680,97            |
| 23     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2323,74                    | -1333791,37                  | 132276,00                        | 102458,17                  | 2242606,77                   | 908815,40            |
| 24     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4567,05                    | -1338358,42                  | 132276,00                        | 103799,15                  | 2346405,92                   | 1008047,51           |
| 25     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2384,36                    | -1340742,78                  | 132276,00                        | 105131,19                  | 2451537,11                   | 1110794,33           |
| 26     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2414,20                    | -1343156,98                  | 132276,00                        | 106446,94                  | 2557984,05                   | 1214827,07           |
| 27     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4740,45                    | -1347897,43                  | 132276,00                        | 107740,16                  | 2665724,20                   | 1317826,78           |
| 28     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2472,23                    | -1350369,66                  | 132276,00                        | 109005,61                  | 2774729,82                   | 1424360,16           |
| 29     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2500,20                    | -1352869,86                  | 132276,00                        | 110238,94                  | 2884968,75                   | 1532098,89           |
| 30     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -4903,09                    | -1357772,95                  | 132276,00                        | 111436,59                  | 2996405,35                   | 1638632,40           |
| 31     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2553,65                    | -1360326,60                  | 132276,00                        | 112595,75                  | 3109001,10                   | 1748674,49           |
| 32     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2579,02                    | -1362905,63                  | 132276,00                        | 113714,24                  | 3222715,34                   | 1859809,71           |
| 33     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5050,66                    | -1367956,28                  | 132276,00                        | 114790,46                  | 3337505,79                   | 1969549,51           |
| 34     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2626,86                    | -1370583,14                  | 132276,00                        | 115823,32                  | 3453329,11                   | 2082745,97           |
| 35     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2649,28                    | -1373232,42                  | 132276,00                        | 116812,18                  | 3570141,29                   | 2196908,87           |
| 36     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5181,17                    | -1378413,59                  | 132276,00                        | 117756,81                  | 3687898,10                   | 2309484,51           |
| 37     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2691,13                    | -1381104,72                  | 132276,00                        | 118657,29                  | 3806555,39                   | 2425450,67           |
| 38     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2710,56                    | -1383815,28                  | 132276,00                        | 119514,03                  | 3926069,41                   | 2542254,13           |
| 39     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5294,29                    | -1389109,57                  | 132276,00                        | 120327,65                  | 4046397,06                   | 2657287,49           |
| 40     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2746,51                    | -1391856,07                  | 132276,00                        | 121099,00                  | 4167496,07                   | 2775639,99           |

| Период | Кап. вложения, тыс. руб. | Тек. содержание тыс. руб. | С учетом % возник. риска, тыс. руб. | Остаточная стоимость, тыс. руб. | Затраты, тыс. руб. | Дисконт. Затраты, тыс. руб. | Σ Дисконт. затрат, тыс. руб. | Перевозки (пасс.+УКП), тыс. руб. | Дисконт. доходы, тыс. руб. | Σ Дисконт. доходы, тыс. руб. | ЧДД, тыс. руб./30 км |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 41     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2763,07                    | -1394619,14                  | 132276,00                        | 121829,12                  | 4289325,19                   | 2894706,05           |
| 42     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5390,71                    | -1400009,85                  | 132276,00                        | 122519,16                  | 4411844,35                   | 3011834,50           |
| 43     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2793,49                    | -1402803,34                  | 132276,00                        | 123170,40                  | 4535014,75                   | 3132211,41           |
| 44     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2807,41                    | -1405610,74                  | 132276,00                        | 123784,20                  | 4658798,95                   | 3253188,21           |
| 45     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5471,79                    | -1411082,54                  | 132276,00                        | 124361,98                  | 4783160,93                   | 3372078,39           |
| 46     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2832,83                    | -1413915,37                  | 132276,00                        | 124905,21                  | 4908066,14                   | 3494150,77           |
| 47     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2844,40                    | -1416759,77                  | 132276,00                        | 125415,39                  | 5033481,53                   | 3616721,76           |
| 48     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5539,20                    | -1422298,97                  | 132276,00                        | 125894,01                  | 5159375,54                   | 3737076,57           |
| 49     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2865,43                    | -1425164,40                  | 132276,00                        | 126342,59                  | 5285718,13                   | 3860553,73           |
| 50     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2874,96                    | -1428039,36                  | 132276,00                        | 126762,60                  | 5412480,73                   | 3984441,37           |
| 51     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5594,70                    | -1433634,06                  | 132276,00                        | 127155,51                  | 5539636,24                   | 4106002,18           |
| 52     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2892,20                    | -1436526,26                  | 132276,00                        | 127522,76                  | 5667159,00                   | 4230632,74           |
| 53     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2899,98                    | -1439426,23                  | 132276,00                        | 127865,75                  | 5795024,75                   | 4355598,52           |
| 54     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5640,04                    | -1445066,27                  | 132276,00                        | 128185,83                  | 5923210,59                   | 4478144,31           |
| 55     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2914,01                    | -1447980,28                  | 132276,00                        | 128484,33                  | 6051694,91                   | 4603714,63           |
| 56     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2920,31                    | -1450900,59                  | 132276,00                        | 128762,49                  | 6180457,40                   | 4729556,81           |
| 57     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            |                                 | -5820,00           | -5676,81                    | -1456577,40                  | 132276,00                        | 129021,53                  | 6309478,93                   | 4852901,53           |
| 58     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2931,66                    | -1459509,06                  | 132276,00                        | 129262,63                  | 6438741,56                   | 4979232,51           |
| 59     |                          | -3000,00                  |                                     |                                 | -3000,00           | -2936,74                    | -1462445,80                  | 132276,00                        | 129486,88                  | 6568228,44                   | 5105782,64           |
| 60     |                          | -3000,00                  | -2820,00                            | 30000,00                        | 27000,00           | 26473,24                    | -1435972,56                  | 132276,00                        | 129695,35                  | 6697923,80                   | 5261951,24           |



## Приложение № 2.1

**Вероятность появления рисков и стоимость их устранения для безбалластного пути на земляном полотне**

| Наименование риска   | Время возникновения, лет | Стоимость устранения на участке 30 км, руб. | Вероятность появления, % | Итоговая стоимость, руб. |
|--|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| Технологические ошибки при укладке                             | каждые 5 лет             | 15000000,00                                 | 30                       | 4500000,00               |
| Осадка бетонной плиты до 20 мм (устраняется в узле скрепления) | каждые 3 года            | 1800000,00                                  | 40                       | 720000,00                |
| Осадка бетонной плиты более 20 мм (осадка земляного полотна)   | каждые 20 лет            | 234000000,00                                | 70                       | 163800000,00             |
| Осадка переходного участка                                     | каждые 3 года            | 2400000,00                                  | 95                       | 2280000,00               |

## Приложение № 2.2

**Вероятность появления рисков и стоимость их устранения для безбалластного пути на эстакаде**

| Наименование риска   | Время возникновения, лет | Стоимость устранения на участке 30 км, руб. | Вероятность появления, % | Итоговая стоимость, руб. |
|--|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| Осадка бетонной плиты до 20 мм (устраняется в узле скрепления) | каждые 3 года            | 1800000,00                                  | 30                       | 540000,00                |
| Осадка переходного участка                                     | каждые 3 года            | 2400000,00                                  | 95                       | 2280000,00               |

### Определение сравнительного интегрального эффекта

| Период | Пропущ. тоннаж | $\Delta C$ , тыс. руб | $at$ (коэф диск) | $\Delta C * at$ , тыс. руб | $\Sigma \Delta C * at$ , тыс. руб | $\Delta K_i$ , тыс. руб | $\Delta K * at$ , тыс. руб | $\Sigma \Delta K * at$ , тыс. руб | Эинт, тыс. руб. ( $\Sigma \Delta C * at + \Sigma \Delta K * at$ ), тыс. руб./30 км |
|--------|----------------|-----------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| 0      | 0,00           | 0,00                  | 1,00             | 0,00                       | 0,00                              | -234750,00              | -234750,00                 | -234750,00                        | -234750,00   |
| 1      | 37,00          | 6000,00               | 0,92             | 5500,00                    | 5500,00                           |                         |                            | -234750,00                        | -229250,00   |
| 2      | 74,00          | 6000,00               | 0,85             | 5118,93                    | 10618,93                          |                         |                            | -234750,00                        | -224131,07   |
| 3      | 111,00         | 6000,00               | 0,80             | 4827,99                    | 15446,92                          |                         |                            | -234750,00                        | -219303,08   |
| 4      | 148,00         | 6000,00               | 0,77             | 4606,55                    | 20053,48                          | 60000,00                | 46065,54                   | -188684,46                        | -168630,98   |
| 5      | 185,00         | 6000,00               | 0,74             | 4439,56                    | 24493,04                          |                         |                            | -188684,46                        | -164191,42   |
| 6      | 222,00         | 6000,00               | 0,72             | 4315,83                    | 28808,87                          |                         |                            | -188684,46                        | -159875,59   |
| 7      | 259,00         | 6000,00               | 0,70             | 4226,87                    | 33035,74                          |                         |                            | -188684,46                        | -155648,72   |
| 8      | 296,00         | 6000,00               | 0,69             | 4166,17                    | 37201,91                          |                         |                            | -188684,46                        | -151482,55   |
| 9      | 333,00         | 6000,00               | 0,69             | 4128,62                    | 41330,53                          | 120000,00               | 82572,42                   | -106112,04                        | -64781,51  |
| 10     | 370,00         | 6000,00               | 0,69             | 4110,16                    | 45440,69                          |                         |                            | -106112,04                        | -60671,35  |
| 11     | 407,00         | 6000,00               | 0,68             | 4107,52                    | 49548,21                          |                         |                            | -106112,04                        | -56563,83  |
| 12     | 444,00         | 6000,00               | 0,69             | 4118,00                    | 53666,21                          |                         |                            | -106112,04                        | -52445,83  |
| 13     | 481,00         | 6000,00               | 0,69             | 4139,38                    | 57805,59                          |                         |                            | -106112,04                        | -48306,45  |
| 14     | 518,00         | 6000,00               | 0,69             | 4169,79                    | 61975,38                          | 60000,00                | 41697,92                   | -64414,12                         | -2438,74   |
| 15     | 555,00         | 6000,00               | 0,70             | 4207,64                    | 66183,03                          |                         |                            | -64414,12                         | 1768,91  |
| 16     | 592,00         | 6000,00               | 0,71             | 4251,57                    | 70434,59                          |                         |                            | -64414,12                         | 6020,47  |
| 17     | 629,00         | 6000,00               | 0,72             | 4300,40                    | 74734,99                          |                         |                            | -64414,12                         | 10320,87   |
| 18     | 666,00         | 6000,00               | 0,73             | 4353,11                    | 79088,10                          |                         |                            | -64414,12                         | 14673,98   |
| 19     | 703,00         | 6000,00               | 0,73             | 4408,82                    | 83496,92                          | 120000,00               | 88176,37                   | 23762,25                          | 107259,17  |
| 20     | 740,00         | 6000,00               | 0,74             | 4466,75                    | 87963,66                          |                         |                            | 23762,25                          | 111725,92  |
| 21     | 777,00         | 6000,00               | 0,75             | 4526,21                    | 92489,88                          |                         |                            | 23762,25                          | 116252,13  |
| 22     | 814,00         | 6000,00               | 0,76             | 4586,63                    | 97076,50                          |                         |                            | 23762,25                          | 120838,75  |

| Период | Пропущ.<br>тоннаж | ΔС, тыс.<br>руб | at(коэф диск) | ΔС*at, тыс.<br>руб | Σ ΔС*at,<br>тыс. руб | ΔКi, тыс. руб | ΔК*at, тыс. руб | Σ ΔК*at, тыс. руб | Эинт, тыс. руб. (Σ<br>ΔС*at + Σ ΔК*at),<br>тыс. руб./30 км |
|--------|-------------------|-----------------|---------------|--------------------|----------------------|---------------|-----------------|-------------------|--|
| 23     | 851,00            | 6000,00         | 0,77          | 4647,47            | 101723,98            |               |                 | 23762,25          | 125486,23  |
| 24     | 888,00            | 6000,00         | 0,78          | 4708,30            | 106432,27            | 60000,00      | 47082,99        | 70845,24          | 177277,51  |
| 25     | 925,00            | 6000,00         | 0,79          | 4768,72            | 111200,99            |               |                 | 70845,24          | 182046,23  |
| 26     | 962,00            | 6000,00         | 0,80          | 4828,40            | 116029,40            |               |                 | 70845,24          | 186874,63  |
| 27     | 999,00            | 6000,00         | 0,81          | 4887,06            | 120916,46            |               |                 | 70845,24          | 191761,69  |
| 28     | 1036,00           | 6000,00         | 0,82          | 4944,46            | 125860,92            |               |                 | 70845,24          | 196706,16  |
| 29     | 1073,00           | 6000,00         | 0,83          | 5000,41            | 130861,32            |               |                 | 70845,24          | 201706,56  |
| 30     | 1110,00           | 6000,00         | 0,84          | 5054,73            | 135916,05            | -135000,00    | -113731,44      | -42886,20         | 93029,85   |
| 31     | 1147,00           | 6000,00         | 0,85          | 5107,31            | 141023,36            | 741100,00     | 630837,88       | 630837,88         | 771861,24  |
| 32     | 1184,00           | 6000,00         | 0,86          | 5158,04            | 146181,41            |               |                 | 630837,88         | 777019,29  |
| 33     | 1221,00           | 6000,00         | 0,87          | 5206,86            | 151388,27            |               |                 | 630837,88         | 782226,15  |
| 34     | 1258,00           | 6000,00         | 0,88          | 5253,71            | 156641,98            |               |                 | 630837,88         | 787479,86  |
| 35     | 1295,00           | 6000,00         | 0,88          | 5298,57            | 161940,55            | 60000,00      | 52985,66        | 683823,54         | 845764,08  |
| 36     | 1332,00           | 6000,00         | 0,89          | 5341,41            | 167281,96            |               |                 | 683823,54         | 851105,50  |
| 37     | 1369,00           | 6000,00         | 0,90          | 5382,26            | 172664,22            |               |                 | 683823,54         | 856487,76  |
| 38     | 1406,00           | 6000,00         | 0,90          | 5421,12            | 178085,34            |               |                 | 683823,54         | 861908,88  |
| 39     | 1443,00           | 6000,00         | 0,91          | 5458,03            | 183543,37            |               |                 | 683823,54         | 867366,90  |
| 40     | 1480,00           | 6000,00         | 0,92          | 5493,01            | 189036,38            | 120000,00     | 109860,30       | 793683,83         | 982720,21  |
| 41     | 1517,00           | 6000,00         | 0,92          | 5526,13            | 194562,51            |               |                 | 793683,83         | 988246,35  |
| 42     | 1554,00           | 6000,00         | 0,93          | 5557,43            | 200119,95            |               |                 | 793683,83         | 993803,78  |
| 43     | 1591,00           | 6000,00         | 0,93          | 5586,97            | 205706,92            |               |                 | 793683,83         | 999390,75  |
| 44     | 1628,00           | 6000,00         | 0,94          | 5614,81            | 211321,73            |               |                 | 793683,83         | 1005005,57   |
| 45     | 1665,00           | 6000,00         | 0,94          | 5641,02            | 216962,76            | 60000,00      | 56410,22        | 850094,06         | 1067056,81   |
| 46     | 1702,00           | 6000,00         | 0,94          | 5665,66            | 222628,42            |               |                 | 850094,06         | 1072722,48   |
| 47     | 1739,00           | 6000,00         | 0,95          | 5688,80            | 228317,22            |               |                 | 850094,06         | 1078411,28   |
| 48     | 1776,00           | 6000,00         | 0,95          | 5710,51            | 234027,74            |               |                 | 850094,06         | 1084121,80   |
| 49     | 1813,00           | 6000,00         | 0,96          | 5730,86            | 239758,60            |               |                 | 850094,06         | 1089852,66   |

| Период | Пропущ.<br>тоннаж | ΔС, тыс.<br>руб | at(коэф диск) | ΔС*at, тыс.<br>руб | Σ ΔС*at,<br>тыс. руб | ΔKi, тыс. руб | ΔK*at, тыс. руб | Σ ΔK*at, тыс. руб | Эинт, тыс. руб. (Σ<br>ΔС*at + Σ ΔK*at),<br>тыс. руб./30 км |
|--------|-------------------|-----------------|---------------|--------------------|----------------------|---------------|-----------------|-------------------|--|
| 50     | 1850,00           | 6000,00         | 0,96          | 5749,91            | 245508,52            | 120000,00     | 114998,27       | 965092,33         | 1210600,85   |
| 51     | 1887,00           | 6000,00         | 0,96          | 5767,74            | 251276,25            |               |                 | 965092,33         | 1216368,58   |
| 52     | 1924,00           | 6000,00         | 0,96          | 5784,39            | 257060,65            |               |                 | 965092,33         | 1222152,98   |
| 53     | 1961,00           | 6000,00         | 0,97          | 5799,95            | 262860,60            |               |                 | 965092,33         | 1227952,93   |
| 54     | 1998,00           | 6000,00         | 0,97          | 5814,47            | 268675,07            |               |                 | 965092,33         | 1233767,40   |
| 55     | 2035,00           | 6000,00         | 0,97          | 5828,01            | 274503,08            | 60000,00      | 58280,11        | 1023372,44        | 1297875,52   |
| 56     | 2072,00           | 6000,00         | 0,97          | 5840,63            | 280343,71            |               |                 | 1023372,44        | 1303716,15   |
| 57     | 2109,00           | 6000,00         | 0,98          | 5852,38            | 286196,09            |               |                 | 1023372,44        | 1309568,53   |
| 58     | 2146,00           | 6000,00         | 0,98          | 5863,31            | 292059,40            |               |                 | 1023372,44        | 1315431,84   |
| 59     | 2183,00           | 6000,00         | 0,98          | 5873,49            | 297932,89            |               |                 | 1023372,44        | 1321305,33   |
| 60     | 2220,00           | 6000,00         | 0,98          | 5882,94            | 303815,83            |               |                 | 1023372,44        | 1327188,27   |
| 61     | 2257,00           | 6000,00         | 0,98          | 5891,73            | 309707,56            | -135000,00    | -132563,89      | 890808,55         | 1200516,11   |

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА (МИИТ)»  
(РУТ (МИИТ))

ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Москва, ГСП-4, 127994  
Тел./факс: (495) 681-13-40, e-mail: [tu@miit.ru](mailto:tu@miit.ru)  
ИНН/КПП 7715027733/771501001  
ОГРН 1027739733922

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

«Российского университета

транспорта (МИИТ)»

(РУТ (МИИТ))

д.т.н., профессор

 В.В. Виноградов

«06 октября 2018 г.



### СПРАВКА

о внедрении

Результаты диссертационного исследования Разуваева Алексея Дмитриевича на тему «Оценка экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных решений» по специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями и комплексами – транспорт)» используются в учебном процессе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)» при преподавании дисциплин «Экономика предприятия», «Экономическая оценка инновационных проектов», «Экономическая оценка инвестиционных проектов» и «Общий технико-экономический курс железных дорог» для студентов бакалавриата по направлению «Экономика».

Заведующий кафедрой  
«Экономика транспортной  
инфраструктуры и управление  
строительным бизнесом»  
д.э.н., профессор

 Д.А. Мачерет



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ  
ОАО «РЖД»**

3-я Мытищинская ул., д. 10, г. Москва, 129626  
тел.: +7 (499) 260-4243, факс: +7 (499) 260-4296  
e-mail: ous@vniizht.ru, www.rzd.ru

« 10 » сентября 2018 г. № ОУС-05/280

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**Справка о внедрении**

Настоящим удостоверяется, что предложения по совершенствованию оценки экономической эффективности технического перевооружения железнодорожного транспорта и подготовленные на их основе обоснования эффективности применения безбалластной конструкции пути, выполненные Разуваевым Алексеем Дмитриевичем в рамках кандидатской диссертации «Оценка экономической эффективности строительства и технического перевооружения железнодорожной инфраструктуры с применением инновационных решений» использованы при разработке направлений долгосрочного инновационного развития железнодорожного транспорта, осуществляемых Объединенным ученым советом ОАО «РЖД».

Применение обоснованных А.Д. Разуваевым новых научных положений будет способствовать повышению долгосрочной эффективности развития железнодорожной инфраструктуры, что имеет важное значение для реализации Транспортной стратегии Российской Федерации.

Ученый секретарь Объединенного  
ученого совета ОАО «РЖД»

Е.Ю. Титов