

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

И. М. ЦАРЕНКОВА, Р. Б. ИВУТЬ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области экономики и организации производства
в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2015

УДК 625.7/8 (075.8)
ББК 39.311
Ц18

Рецензенты: руководитель научно-исследовательской лаборатории «Экономический анализ, методология бухгалтерского и налогового учета» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» канд. экон. наук, профессор *В. Г. Гизатуллина*;
зав. кафедрой «Экономика транспорта» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» канд. экон. наук, доцент *О. В. Липатова*

Царенкова, И. М.

Ц18 Экономическая оценка инвестиционных проектов в дорожном хозяйстве : учеб.-метод. пособие / И. М. Царенкова, Р. Б. Ивуть ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 130 с.
ISBN 978-985-554-430-3

Раскрываются основные практические и теоретические аспекты экономической оценки эффективности инвестиционных проектов с учетом современных задач и условий развития дорожного хозяйства. Приведена методика технико-экономического сравнения вариантов проектных решений в дорожном строительстве. Изложены основы определения сметной стоимости строительства автомобильных дорог, показатели и методы оценки эффективности инвестиционных проектов.

Предназначено для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Экономика дорожного хозяйства» для инженерных и экономических специальностей.

УДК 625.7/8 (075.8)
ББК 39.311

ISBN 978-985-554-430-3

© Царенкова И. М., Ивуть Р. Б., 2015
© Оформление. УО «БелГУТ», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Общие положения инвестиционной деятельности в дорожном хозяйстве.....	5
1.1 Понятие, виды и сущность инвестиций	5
1.2 Инвестиционный проект.....	10
2 Определение сметной стоимости строительства автомобильных дорог.....	17
2.1 Теоретические основы определения сметной стоимости строительства...	17
2.2 Определение объемов и строительной стоимости отдельных видов работ	22
2.3 Составление локальных смет	28
3 Техничко-экономическое сравнение вариантов проектных решений в дорожном хозяйстве	40
3.1 Основы технико-экономического сравнения вариантов проектных решений при строительстве автомобильных дорог	40
3.2 Классификация вариантов проектных решений в дорожном строительстве	45
3.3 Оценка общей и сравнительной экономической эффективности инвестиций	48
3.4 Показатели общей экономической эффективности инвестиций	49
3.5 Показатели сравнительной экономической эффективности инвестиций ...	61
3.6 Выбор проектного решения с учетом срока строительства автомобильной дороги	67
4 Расчеты экономической эффективности новой техники в дорожном хозяйстве	76
4.1 Определение экономической эффективности применения новых строительных материалов и совершенствования конструктивных решений	76
4.2 Планирование инвестиций в условиях принятия решения о замене оборудования и сроке его эксплуатации	82
4.3 Экономическое сравнение вариантов дорожных одежд	87
5 Определение экономической эффективности инвестиций в строительство, реконструкцию и ремонт автомобильных дорог	90
5.1 Общие положения оценки эффективности инвестиций в дорожные проекты	90
5.2 Общая постановка задачи	91
5.3 Расчет дорожных затрат	92
5.4 Расчет транспортно-эксплуатационных затрат	100
5.5 Расчет внутранспортных эффектов	107
5.6 Суммарные результаты от осуществления реконструкции автомобильной дороги	112
Список литературы	116
Приложение А Прогнозные индексы цен в строительстве на 2015–2016 гг.....	117
Приложение Б Межразрядные расчетные коэффициенты для определения стоимости затрат труда рабочих на основании стоимости одного человеко-часа 4-го разряда	118
Приложение В Планово-расчетные цены при производстве строительно-монтажных работ	119
Приложение Г Укрупненные значения сметной стоимости строительных работ	120
Приложение Д Объемы работ по строительству автомобильных дорог	125
Приложение Е Нормы износа и срок службы объектов дорожного хозяйства....	126
Приложение Ж Справочные данные для расчета транспортно-эксплуатационных затрат	128

ВВЕДЕНИЕ

Дорожное хозяйство играет важную роль в экономике страны, создавая благоприятные условия для бесперебойного и безопасного движения автомобилей. Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог оказывает непосредственное влияние на работу автомобильного транспорта. Эффективность строительства, реконструкции и ремонта дорожной сети в значительной мере зависит от правильности выбора оптимальных проектных и организационно-технологических решений. Важная роль при этом принадлежит специалистам, участвующим в определении необходимых инвестиционных ресурсов, а также оценке экономической эффективности инвестиционных затрат. В условиях рыночной экономики и ограниченности финансирования дорожного хозяйства повышается значение эффективного решения технических вопросов.

Целью дисциплины «Экономика дорожного хозяйства» является изучение инвестиционных процессов и ценообразования в дорожном строительстве, экономического обоснования принятия решений по внедрению новой техники и технологий, организации работ, методов экономической оценки проектных решений, процесса производства и эффективности капитальных вложений, а также вопросов снижения себестоимости строительных работ, повышения прибыльности предприятий и производительности труда. Основная задача дисциплины состоит в обеспечении базовой экономической подготовки будущих специалистов путем изучения теории и современной научной методологии экономического обоснования принимаемых решений и эффективного функционирования дорожного хозяйства.

В связи с этим в данном учебно-методическом пособии рассматриваются основы инвестиционной деятельности в дорожном хозяйстве, методы оценки эффективности инвестиционных проектов и их применение при определении эффективности инвестиций в строительство, реконструкцию и ремонт автомобильных дорог, приведены основные экономические понятия и расчеты сметной стоимости строительства. Теоретические положения дополняются практическими примерами расчетов, которые могут использоваться при разработке экономического обоснования дипломных и курсовых проектов.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1.1 Понятие, виды и сущность инвестиций

Переход к рыночной системе хозяйственных связей приводит к существенному расширению инвестиционной деятельности благодаря формированию и развитию наряду с рынками товаров и услуг и рынка капитала, который представляет собой определенную совокупность различных финансовых рынков [1].

Постановлением Совета Министров № 1296 от 31 декабря 2014 г. утверждена Государственная программа по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республике Беларусь на 2015–2019 гг. Большая часть автотрасс эксплуатируется с прошедшими межремонтными сроками, более 30 % мостов и путепроводов не отвечают нормативам, часть из них находится в предаварийном состоянии и нуждается в неотложном восстановлении. Высокое качество дорог подчеркивает статус страны, поэтому для Беларуси – связующего звена между Востоком и Западом – очень важным является реконструкция автомагистралей по направлениям международных транспортных коридоров, к областным центрам от Минска и другим наиболее востребованным участкам. В сложившихся условиях интенсификация инвестиционных вложений в развитие существующей дорожной сети является основой для развития национальной экономики и повышения эффективности общественного производства.

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 12 июля 2013 г. № 53-З «Об инвестициях» под **инвестициями** понимается любое имущество и иные объекты гражданских прав, принадлежащие инвестору на законном основании, вкладываемые инвестором на территории Республики Беларусь в целях получения прибыли (доходов) и (или) достижения иного значимого результата либо в иных целях, не связанных с личным, семейным, домашним и иным подобным использованием, в частности:

- движимое и недвижимое имущество, в том числе акции, доли в уставном фонде, паи в имуществе коммерческой организации, созданной на территории Республики Беларусь, денежные средства, включая привлеченные, в том числе займы, кредиты;
- права требования, имеющие оценку их стоимости;
- иные объекты гражданских прав, имеющие оценку их стоимости, за исключением видов объектов гражданских прав, нахождение которых в обороте не допускается (объекты, изъятые из оборота).

Основными признаками инвестиций являются:

- целевой характер вложения капитала в объекты инвестирования;
- потенциальная способность инвестиций приносить доход;

- наличие конкретного расчетного периода вложения средств, индивидуального для каждого проекта;
- использование разных видов инвестиционных ресурсов;
- наличие риска вложения капитала.

На макроуровне инвестиции являются основой для повышения эффективности общественного производства и развития экономики, обеспечиваемых ускорением научно-технического прогресса, улучшением качества продукции и снижением затрат на ее производство, созданием необходимой сырьевой базы, развитием социальной сферы, обновлением основных производственных фондов, что в свою очередь способствует увеличению объемов производства.

На уровне предприятия инвестиции также играют важную роль. Они необходимы для недопущения чрезмерного морального и физического износа основных фондов, развития и расширения производства, повышения его технического уровня за счет внедрения новой техники и технологий, осуществления мероприятий по повышению уровня охраны труда и окружающей среды.

Выполняя представленные функции, инвестиции представляют собой вложение капитала во всех его формах в различные объекты предпринимательской и иных видов деятельности с целью получения дохода или достижения иного полезного результата, в т. ч. и социального эффекта.

При классификации инвестиций используются различные признаки (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Классификация форм инвестиций

Признак классификации	Вид инвестиций	Характеристика
Содержание экономических ресурсов, вкладываемых в развитие предприятия	Денежные	Денежные средства, ценные бумаги, банковские вклады
	Натуральные	Материальные (движимое и недвижимое имущество) и нематериальные инвестиции (интеллектуальные ценности, наука, имущественные и авторские права, товарные знаки и т. п.)
Уровень инвестора	Республиканские источники	Средства, выделяемые из республиканского бюджета и внебюджетных фондов
	Местные источники	Средства, выделяемые местной администрацией
	Средства предприятий и организация	Собственные (прибыль, амортизационный фонд и др.) и заемные средства (кредиты банков, займы и др.)
	Частные инвестиции	Покупка населением ценных бумаг

Продолжение таблицы 1.1

Признак классификации	Вид инвестиций	Характеристика
Объект вложений	Реальные	Непосредственно вкладываемый капитал в основные производственные фонды и необходимые для их функционирования оборотные средства в рамках реализации конкретного инвестиционного проекта
	Финансовые (портфельные)	Вложения денежных средств в акции, облигации и другие ценные бумаги с целью получения прибыли
	Интеллектуальные	Вложения в развитие научных исследований, повышение квалификации работников, приобретение лицензий на использование новых технологий, прав на использование торговых марок известных фирм и т.п.
Системный признак	Прямые	Капитальные вложения в объекты, необходимые непосредственно для реализации инвестиционного проекта (затраты на строительные-монтажные работы по возведению земляного полотна автомобильных дорог, строительству искусственных сооружений, устройству дорожной одежды и т.п.)
	Сопутствующие	Вложения в объекты, строительство, реконструкция или ремонт которых необходимы для нормального функционирования основного объекта (затраты на усиление дорожной одежды автомобильных дорог, примыкающих к строящейся автомобильной дороге, сооружение объектов придорожного сервиса и т.п.)
	Сопряженные	Вложения в объекты смежных отраслей народного хозяйства, обеспечивающие основными и оборотными фондами строительство и эксплуатацию основного объекта (затраты на развитие предприятий стройиндустрии, энергетической и сырьевой базы, охрану окружающей среды)
Период инвестирования	Долгосрочные	Период более 1 года
	Краткосрочные	Период действия в течение года

Окончание таблицы 1.1

Признак классификации	Вид инвестиций	Характеристика
Источник финансирования	Бюджетные	Целевое финансирование из бюджетов разных уровней
	Собственные	Использование части прибыли
	Привлеченные	Средства от продажи акций
	Заемные	Кредиты банков и иностранных инвесторов
Воспроизводственная структура объектов	Инвестиции в новое строительство	Затраты на строительно-монтажные, транспортные, вспомогательные и прочие работы (научно-исследовательские, экспериментальные или опытные) по строительству автомобильной дороги или ее участков и дорожных сооружений на ней
	Инвестиции в расширение	Затраты на строительство или расширение технических зданий на территории действующих дорожных организаций и их производственных баз, строительство новых или расширение существующих цехов на заводах и ремонтных предприятиях
	Инвестиции в реконструкцию	Затраты на проведение работ и мероприятий, направленных на изменение и повышение основных технико-экономических показателей и потребительских свойств существующей автомобильной дороги или отдельных ее участков и дорожных сооружений
	Инвестиции в капитальный ремонт	Затраты на восстановление основных технико-экономических показателей и потребительских свойств автомобильной дороги или ее участков и дорожных сооружений, утраченных в процессе эксплуатации
	Инвестиции в техническое перевооружение	Затраты на автоматизацию и механизацию дорожно-строительных работ с целью повышения их технического уровня; на модернизацию отопительных и вентиляционных систем, реализацию мероприятий по охране труда и окружающей среды, внедрение автоматизированных систем обработки информации, модернизацию дорожной техники

Денежные средства дорожно-строительных организаций направляются в основном на строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог. Это сложные и многофакторные процессы, требующие значительных материальных и трудовых затрат, а также финансовых ресурсов – капитальных вложений в течение длительного периода (от начала проектирования до ввода объекта в эксплуатацию).

Капитальные вложения – это инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-исследовательские работы и другие затраты [2].

Понятие «капитальные вложения» более узкое и менее емкое, чем понятие «инвестиции». Переход к рыночной экономике, связанный с расширением видов и источников вложений капитала, обусловил необходимость введения нового термина. Как было отмечено ранее, инвестиции могут направляться на развитие основных фондов предприятия, покупку ценных бумаг, в нематериальные активы и так далее. Инвестиционные затраты в нематериальные активы не относятся к капитальным вложениям.

В дорожном хозяйстве инвестиции в настоящее время выступают в основном в виде капитальных вложений, так как расходуются на обновление, реконструкцию и ремонт основных производственных и непроизводственных фондов. При этом капитальные вложения, как правило, носят денежный характер.

Реконструкция в дорожных работах в большей степени означает повышение качества дороги и ее категории, в то время как ремонт подразумевает значительное увеличение прочности уже готового полотна и избавление от появившихся недостатков вроде глубоких ям и трещин ввиду продолжительного использования. Частота проведения ремонта дорог зависит от категории и типа дороги, от материалов, использованных для строительства дорог, и степени изношенности. Изменение категории при дорожно-строительных работах может понадобиться в том случае, если плотность автомобильного потока и его средняя скорость изменились по сравнению с первоначальными данными, которые учитывались при дорожном строительстве.

Основным источником финансирования дорожного хозяйства в Республике Беларусь служат республиканский и местные бюджеты. Законом о республиканском бюджете на 2015 год закреплены доходные статьи, которые будут направлены только на нужды дорожного хозяйства. Это сбор за проезд по платным автотрассам (система BelToll), плата за проезд крупногабаритных и тяжеловесных автомобилей, госпошлина за допуск транспортных средств к участию в дорожном движении, а также сбор с иностранных грузовых автомобилей за проезд по дорогам общего пользования.

Вместе с тем в последнее время и в ближайшее пятилетие на реконструкцию и возведение республиканских дорог будут привлекаться кредитные ресурсы отечественных и иностранных банков, в том числе на основе принципов государственно-частного партнерства. Сроки по погашению вложенных средств наступают, как правило, уже после возведения объекта. А в это время автомобильная дорога уже вовлекается в хозяйственный оборот и начинает приносить пользу населению и эффект экономике. Поэтому в современных условиях всё большее значение приобретает анализ эффективности инвестиций и инвестиционных проектов.

1.2 Инвестиционный проект

Инвестиционная деятельность формирует самостоятельный вид денежных потоков предприятия как совокупности притоков и оттоков денежных средств, упорядоченных во времени, по объемам и направлениям.

Инвестиционная деятельность в дорожном хозяйстве включает разработку инвестиционного проекта, определение источников инвестирования и установление договорных отношений, организацию строительно-монтажных работ на объекте, обеспечение его функционирования в соответствии с требованиями проекта.

В процессе реализации инвестиционного проекта участвуют отечественные и зарубежные юридические и физические лица, имеющие лицензию на выполнение соответствующих видов строительных работ. Они выступают в качестве собственников (распорядителей) инвестиций или исполнителей проекта. Инвесторы могут выступать в роли вкладчиков, кредиторов, покупателей, а также выполнять функции других участников инвестиционно-дорожной сферы.

К исполнителям проекта относятся заказчики, подрядчики, поставщики, проектировщики, инженерные организации, банки, страховые общества, иностранные организации, которые по законодательству Республики Беларусь имеют право участвовать в реализации инвестиционных проектов на ее территории.

Инвестор – субъект инвестиционного цикла (юридическое или физическое лицо, государство) осуществляющий вложение собственных, привлеченных или заемных средств в создание и воспроизводство основных средств для достижения коммерческих, социальных, благотворительных и других целей. Инвестор самостоятельно определяет объемы, направления, размеры и эффективность инвестиций, разрабатывает условия контрактов на строительство объектов, определяет организационные формы строительства и по своему усмотрению привлекает на договорной основе юридических и физических лиц, необходимых ему для реализации инвестици-

онного проекта, вступает в финансово-кредитные отношения с другими участниками инвестиционного процесса инвестиционной деятельности. Инвесторы могут владеть, пользоваться и распоряжаться объектами и результатами инвестиций, а также выступать в роли вкладчиков, кредиторов, покупателей, выполнять функции других участников инвестиционной деятельности.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности» функции управления республиканскими дорогами осуществляет Министерство транспорта и коммуникаций. В составе министерства функционирует Главное управление автомобильных дорог (ГУАД). ГУАД организывает и контролирует деятельность организаций государственного дорожного хозяйства, подчиненных Минтрансу, привлекает внешние государственные займы (кредиты) и инвестиции в дорожную деятельность.

Местные автомобильные дороги находятся в ведении областных исполнительных комитетов и обслуживаются коммунальными унитарными предприятиями (облдорстройями): КУП «Брестоблдорстрой», КУП «Витебскоблдорстрой», КПРСУП «Гомельоблдорстрой», КУП «Гроднооблдорстрой», КУП «Минскоблдорстрой», КУП «Могилевоблдорстрой».

Республиканские автомобильные дороги закреплены на праве хозяйственного ведения за 6 унитарными предприятиями (автодорами): РУП «Минскавтодор-Центр», РУП «Брестаавтодор», РУП «Витебскавтодор», РУП «Гомельавтодор», РУП «Гродноавтодор», РУП «Могилевавтодор».

Для обеспечения надлежащего технико-эксплуатационного состояния республиканских дорог, их развития и надежного, безопасного передвижения по ним транспортных средств предприятия осуществляют государственную дорожную политику, направленную на рациональное развитие и улучшение технического состояния сети республиканских автомобильных дорог. На автодоры возложены функции по обеспечению эффективного использования средств, выделяемых на финансирование дорожного хозяйства, осуществлению оперативного управления закреплённым имуществом, ведению учёта республиканских дорог. Они выступают в качестве заказчика (застройщика) на проектирование, строительство, ремонт и содержание дорог и объектов дорожной инфраструктуры.

Инвесторами могут быть: органы, уполномоченные управлять государственным имуществом; юридические лица всех форм собственности; физические лица – граждане Республики Беларусь; иностранные юридические лица; международные фирмы. Инвестор, как правило, не вмешивается в строительные вопросы, а все права по распоряжению денежными средствами передает заказчику.

Заказчик – инвестор или уполномоченное им лицо, привлекающее подрядчика в строительной деятельности для реализации инвестиционного

проекта и выполнения других работ в рамках строительной деятельности на основе заключенного договора.

Застройщик – инвестор или уполномоченное им лицо, выполняющее функции по реализации инвестиционного проекта до заключения договора с подрядчиком либо осуществления реализации инвестиционного проекта собственными силами или его финансирования. Застройщик обладает правами на земельный участок под застройку, является землевладельцем. Заказчик, в отличие от застройщика, лишь использует земельный участок под застройку на правах аренды. Возможны ситуации, когда застройщик может быть одновременно и заказчиком и инвестором.

Процесс перехода дорожного строительства на рыночные отношения обусловил формирование и развитие рынка подрядных работ. Подрядчики – исполнители дорожно-строительных работ. Рынок подрядных работ предполагает получение заказов со стороны подрядных организаций в процессе прямых переговоров с инвесторами (заказчиками, застройщиками) или участия в подрядных торгах.

Подрядные организации выполняют работы по капитальному ремонту, возведению и реконструкции дорог и сооружений на них в соответствии с договорами строительного подряда. Подрядные организации дорожного хозяйства (ОАО «ДСТ № 1, г. Витебск», ОАО «ДСТ № 2, г. Гомель», ОАО «ДСТ № 3», ОАО «ДСТ № 4, г. Брест», ОАО «ДСТ № 5», ОАО «ДСТ № 6», ОАО «ДСТ № 7», ОАО «СМТ № 8», ОАО «ДСУ № 1, г. Рогачев», ОАО «ДСУ № 45, г. Витебск», ОАО «ДСУ № 64, г. Борисов», ОАО «Мостострой», ОАО «Мостостроительный отряд № 58», ОАО «Мостоотряд № 88», ОАО «Мостоотряд № 425», ОАО «Автомагистраль»), промышленные предприятия (ОАО Белдортехника, ОАО «Дорстройиндустрия»), а также ОАО «Белдортранс» входят в состав холдинга «Белавтодор» и представляют собой производственную структуру, способную выполнить полный комплекс дорожных и мостовых работ любой сложности.

Подрядчик приобретает функции генподрядчика, если из договора строительного подряда не вытекает обязанность выполнения им договорных обязательств только собственными силами.

Генеральный подрядчик – это организация с правами юридического лица, которая соответствует требованиям законодательства Республики Беларусь, предъявляемым к лицам, осуществляющим строительство, проводящая работу по возведению объекта по договору подряда. Генеральный подрядчик привлекает для выполнения отдельных своих обязательств других лиц по договорам субподряда. Выполнение функций генерального подрядчика возможно при наличии соответствующей лицензии. Он исполняет хозяйственные функции и должен иметь внутрипроизводственные системы менеджмента качества, охраны окружающей среды и охраны труда, соответствующие требованиям ИСО, так как несет ответственность за качество выполненных работ в

течение гарантийного периода времени после сдачи объекта в эксплуатацию. Заказчик и подрядчик заключают подрядный договор на строительство.

Субподрядчик – физические или юридические лица, имеющие право на осуществление строительной деятельности, привлекаемые генеральным подрядчиком для выполнения определенных специализированных видов строительно-монтажных работ, например, земляных, электромонтажных, сантехнических, отделочных и др. в установленный срок и с надлежащим качеством. Подрядчик и субподрядчик заключают субподрядный договор на выполнение работ.

Генеральный проектировщик – главный исполнитель проектных работ (проектная, проектно-изыскательская или научно-исследовательская фирма), выполняющий основную их часть собственными силами, а остальную – силами привлекаемых субподрядных проектных фирм. Лицами, осуществляющими подготовку проектной документации, могут являться застройщик либо привлекаемые застройщиком или заказчиком на основании договора физическое или юридическое лицо, соответствующие требованиям законодательства. Генпроектировщик несет полную ответственность за качество проекта, технико-экономические показатели объекта строительства, правильность выполнения подрядной организацией проектных решений; осуществляет авторский надзор за соблюдением проектных решений. Он обычно сам формирует состав исполнителей (проектировщиков), ведет с ними денежные расчеты, принимает у них законченные проектные работы.

Субпроектировщик – организация, привлекаемая генеральным проектировщиком для выполнения той или иной части проекта «на правах субподряда».

Изыскатель – организация, привлекаемая проектировщиком (генеральным или субподрядным), реже – непосредственно заказчиком, для выполнения инженерных изысканий на территории строительства. Изыскания выполняют специализированные (изыскательские) организации или изыскательские отделы крупных проектных организаций.

Инженерная организация (инженер) – физическое или юридическое лицо, привлекаемое заказчиком по договору об оказании инженерных услуг для выполнения части функций заказчика по реализации инвестиционного проекта, в том числе по контролю и техническому надзору за строительством, а также для оказания услуг инженерно-технического сопровождения инвестиционного проекта и принятия от его имени решений во взаимоотношениях с подрядчиком.

Все субъекты инвестиционной деятельности работают на договорной (контрактной) основе в процессе реализации инвестиционных проектов.

Основные виды инвестиционных проектов представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Основные виды инвестиционных проектов

Вид проектов	Основные направления их реализации
Социальные	Обеспечение безопасных условий жизнедеятельности. Поддержка социально незащищенных слоев населения. Поддержание общественной безопасности. Развитие социальной сферы. Охрана окружающей среды и др.
Научно-технические (инновационные)	Развитие научных исследований и разработок. Создание новой техники и технологии. Разработка новой продукции, потребительских товаров и услуг и т. п.
Производственно-технологические	Поддержание и обновление производства. Использование новых технологий. Развитие производственного потенциала и др.
Повышения качества и эффективности работы	Снижение издержек производства и обращения. Повышение производительности труда. Экономия ресурсов. Улучшение качества продукции и т. п.
Торговые	Сохранение позиций на рынке. Создание или завоевание новых секторов рынка. Обеспечение эффективной, прибыльной продажи товаров.
Организационные	Совершенствование организации и управления объектами производственной и социальной сферы. Использование прогрессивных форм и методов организации производства и обращения. Применение современных средств организационной и управленческой техники и др.
Информационные	Использование современных методов и средств хранения, передачи, обработки информации

Инвестиционный проект в дорожном строительстве – совокупность документов, характеризующих проект от его замысла до достижения заданных показателей эффективности и охватывающих предынвестиционную, инвестиционную и эксплуатационную стадии.

Четкой границы между этими фазами нет. Каждая фаза может начинаться в предыдущей и заканчиваться в последующей, а также могут выполняться параллельные виды деятельности в разных фазах.

В перечень основных задач, выполняющихся на **предынвестиционной стадии**, включаются:

- исследование рынков сбыта товаров, продукции, работ, услуг и их сегментов, сырьевых зон, определение возможных поставщиков оборудования и технологий, а также сырья, материалов и комплектующих изделий;
- предварительная оценка стоимости проекта;
- оценка рисков и выявление ограничений;
- поиск инвесторов;

- определение временных характеристик проекта и составление предварительной программы его выполнения;
- определение схемы и источников финансирования инвестиционного проекта;
- выбор места строительства и организации проведения изыскательских работ;
- получение необходимых разрешений и согласований.

На этапе прединвестиционной фазы допускается, что из всего многообразия инвестиционных возможностей развития предприятия может быть выбрано несколько вариантов, каждый из которых не исключает другие и может быть реализован, по крайней мере, один раз. Например, при разработке плана капитальных вложений дорожного предприятия могут одновременно предусматриваться, наряду с обновлением существующего парка строительных машин, и другие направления его развития, в частности:

- увеличение производственной мощности асфальтобетонного завода;
- внедрение новых технологических процессов при устройстве дорожных покрытий;
- освоение новых видов работ по строительству малых мостов и труб;
- создание специализированных мощностей в порядке диверсификации производства с целью изготовления строительных конструкций для населения.

Далее в рамках выбранных вариантов развития предприятия устанавливаются цели их реализации: экономические, технические, экологические и социальные. Например, в качестве критерия при обновлении парка строительных машин может приниматься минимальная себестоимость дорожных работ; при реконструкции асфальтобетонного завода – минимальные экологические потери; при создании полигона железобетонных дорожных конструкций – отсутствие промышленного производства таких конструкций; при расширении мастерской по ремонту дорожной техники – улучшение условий труда.

Затем осуществляется поиск возможных альтернативных решений (проектов) поставленных инвестиционных проблем.

К таким альтернативам, например при замене физически изношенных строительных машин на новые, относятся различные варианты инвестиционных затрат на приобретение новых технических средств с разными параметрами рабочих органов, сроками службы и эксплуатационной надежностью, которые определяются в пределах установленного размера средств. Комплексные альтернативные решения инвестиционной проблемы обычно затрагивают многие стороны деятельности предприятия и поэтому часто влияют на решение ряда смежных инвестиционных проблем. К таким решениям следует отнести различные варианты развития производственной мощности асфальтобетонного завода, которые охватывают не только разные

способы повышения производственного потенциала предприятия, например его реконструкцию, расширение, перепрофилирование, но и разные варианты его обеспечения материальными, трудовыми и финансовыми ресурсами.

На основе анализа выбранных альтернативных решений производится прогноз основных параметров инвестиционных проектов. Необходимость его обусловлена тем, что реализация инвестиционных проектов происходит в будущем и, следовательно, информация об условиях их осуществления может быть получена только на основе прогнозных оценок.

На завершающей стадии осуществляется оценка эффективности альтернатив и принятие плановых решений.

Предынвестиционная стадия проекта считается завершенной при следующих условиях:

- принято и авторизовано решение о выполнении проекта;
- составлены предварительные финансовый и календарный планы выполнения проекта;
- определены и утверждены схема и метод закупок работ и услуг по проекту;
- подготовлено техническое задание и (или) задание на проектирование.

Инвестиционная стадия включает в себя следующие виды деятельности:

- проведение переговоров и заключение контрактов;
- инженерные изыскания и проектирование;
- получение в органах государственного строительного надзора разрешения на строительство;
- подготовку детализированных расчетов стоимости;
- выбор подрядчика и строительного управляющего;
- строительно-монтажные работы;
- предпроизводственный маркетинг;
- сдачу объекта в эксплуатацию.

Эксплуатационная стадия включает следующие виды деятельности:

- эксплуатацию;
- содержание, текущий и капитальный ремонт;
- реконструкцию, техническое перевооружение;
- расширение, инновацию;
- ликвидацию.

На всех фазах требуется управление инвестиционным проектом, т.е. обеспечение целостного подхода, координации и взаимодействия между заказчиками, проектировщиками и строителями.

Рассмотрение любого инвестиционного проекта требует предварительной оценки и анализа. Особенно сложной и трудоемкой является оценка инвестиционных проектов в реальные инвестиции. Различные подходы к ней получили свое отражение в методах анализа эффективности инвестиционных проектов.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

2.1 Теоретические основы определения сметной стоимости строительства

Сметная стоимость строительства, согласно Инструкции о порядке определения сметной стоимости строительства и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении [10] – это стоимость объекта строительства в целом, зданий и сооружений, их частей, инженерных и транспортных коммуникаций, пусковых комплексов, очередей строительства, их частей, видов работ, определенная в сметной документации.

Согласно Указу Президента Республики Беларусь от 11 августа 2011 г. № 361 «О совершенствовании порядка определения стоимости строительства объектов и внесении изменений в некоторые указы Президента Республики Беларусь» сметная стоимость строительства объекта независимо от источников финансирования определяется на дату начала разработки сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении и (или) укрупненных нормативов стоимости строительства единицы площади (объема, мощности) объекта, стоимости объектов-аналогов. Сметная стоимость строительства объекта определяется на дату начала выполнения строительных, специальных, монтажных работ, устанавливаемую заказчиком (застройщиком) с учетом нормативной продолжительности строительства, определяемой в проектной документации. Для отражения в сметной документации изменения стоимости строительства объекта от даты начала разработки сметной документации до завершения нормативного срока строительства используются прогнозные индексы цен в строительстве, утверждаемые Министерством экономики.

Уточненные прогнозные индексы цен в строительстве на 2015–2016 годы с разбивкой по месяцам (согласно письму Минстройархитектуры от 31. 01. 2014 № 10-01/820) представлены в приложении А.

Сметная стоимость является основанием:

- для определения размеров инвестиций в строительство;
- формирования договорных цен на строительную продукцию;
- расчетов за выполненные работы;
- возмещения расходов, связанных с приобретением и доставкой оборудования;
- возмещения других затрат, предусмотренных сводным сметным расчетом стоимости строительства;
- установления балансовой стоимости вводимых в действие основных фондов.

Распределение общей сметной стоимости по отдельным видам затрат с указанием их удельного веса в общей стоимости, принимаемой за 100 %, называется структурой сметной стоимости строительства.

В соответствии с технологической структурой капитальных вложений основной удельный вес в структуре сметной стоимости строительства автомобильных дорог занимает стоимость строительных работ (возведение земляного полотна, искусственных сооружений, устройство дорожной одежды, обустройство дороги) и работ по монтажу производственного оборудования – около 90 %, остальная часть приходится на прочие затраты (проектно-изыскательские работы, технический надзор за строительством, научно-исследовательские работы, выплата надбавок производственным рабочим и др.).

По экономическому назначению сметные затраты на выполнение любого вида работ объединяются в комплексные калькуляционные статьи, представляющие группировку сметных затрат. Калькуляционные статьи определяются принятой единой методологией выполнения сметных расчетов в строительстве.

Группировка сметных затрат предусматривает выделение следующих статей:

- прямые затраты (ПЗ);
- общепроизводственные и общехозяйственные расходы (ОПиОХР);
- плановая прибыль (ПП).

Таким образом, сметная стоимость строительно-монтажных работ

$$C_{\text{смп}} = \text{ПЗ} + \text{ОПиОХР} + \text{ПП}. \quad (2.1)$$

С целью определения полной стоимости объекта, необходимой для расчетов за выполненные работы между заказчиком и подрядчиком, к стоимости отдельных конструктивных элементов и видов работ добавляются сопутствующие так называемые «лимитированные затраты» (ЛЗ).

К **лимитированным затратам**, как правило, относят:

- затраты на строительство временных зданий и сооружений;
- дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время;
- прочие затраты, учтенные сводным сметным расчетом;
- резерв средств на непредвиденные работы и затраты.

Прямые затраты (ПЗ) – это расходы, непосредственно связанные с технологией строительного производства, изготовлением определенного вида продукции. Они называются прямыми, так как могут быть определены по конкретному виду работ на основании действующих сметных норм и цен и отнесены на единицу работ.

Величина прямых затрат на принятый измеритель работ (1000 м^2 , 100 м^3 , 1 м^2 и т.д.) называется единичной расценкой.

Прямые затраты определяются умножением единичных расценок на объемы работ по конструктивным элементам и видам работ, предусмотрен-

ным в проектах. Таким образом, чем больше проектный объем работ, тем соответственно больше прямых затрат.

Прямые затраты включают:

- основную заработную плату рабочих, занятых на строительно-монтажных работах в пределах строительной площадки (ОЗП);
- стоимость эксплуатации строительных и дорожных машин, транспортных средств, включая заработную плату машинистов (ЭММ);
- стоимость материалов, изделий, конструкций и полуфабрикатов (далее – материалы) (М);
- транспортно-заготовительные расходы (Т):

$$ПЗ = ОЗП + ЭММ + М + Т. \quad (2.2)$$

В состав *основной заработной платы* (ОЗП) включаются выплаты за отработанное время (повременная оплата труда) и фактически выполненную работу (сдельная оплата труда); надбавки и доплаты, предусмотренные законодательством о труде и положениями об оплате труда, принятыми на предприятии; выплаты по системам премирования рабочих за производственные результаты.

В основную заработную плату рабочих не включается заработная плата рабочих обслуживающих хозяйств и подсобных производств, а также рабочих-механизаторов, занятых управлением строительными, дорожными машинами и транспортными средствами. Кроме того, в состав оплаты труда, включаемой в себестоимость продукции (работ, услуг), наряду с основной входит также дополнительная заработная плата – выплаты за непроработанное время в соответствии с действующим законодательством. *Дополнительная заработная плата* работников учитывается в составе общепроизводственных и общехозяйственных расходов.

Стоимость эксплуатации строительных и дорожных машин (ЭММ) включает затраты, предусмотренные сметными нормами (амортизационные отчисления; стоимость горюче-смазочных материалов, стоимость ремонтов и др., а также основную заработную плату рабочих, занятых управлением и обслуживанием строительных машин).

В составе прямых затрат все *материалы* учитываются по цене франко-приобъектный склад строительства, которая включает оптовую (отпускную) цену, наценку снабженческо-сбытовых организаций, стоимость тары и реквизита, заготовительно-складские расходы, расходы, связанные с доставкой материалов на строительную площадку. При этом в составе сметной стоимости транспортные расходы, включая заготовительно-складские расходы, учитываются отдельно от стоимости материалов.

Стоимость тары и реквизита включается в сметную стоимость материалов только в тех случаях, когда это затаривание требуется техническими условиями или ГОСТом на изделие и не учтено в отпускных ценах.

Заготовительно-складские расходы – расходы подрядных организаций на содержание структурных подразделений, осуществляющих функции производственно-технологической комплектации (УПТК) подрядных организаций, складского хозяйства, возмещение затрат, связанных с трудноустраняемыми потерями (порчей материалов при их транспортировке и хранении), определяемые в соответствии с нормативами заготовительно-складских расходов.

Заготовительно-складские расходы рассчитываются на все материалы, независимо от прохождения через базу УПТК, в размере 2 % от суммы отпускной цены материалов и транспортных затрат с учетом коэффициента 1,12, учитывающего налоги от заготовительно-складской деятельности.

Заготовительно-складские расходы (ЗСР) определяются по формуле

$$\text{ЗСР} = \frac{(M + T) \cdot 2}{100} \cdot 1,12, \quad (2.3)$$

где М – отпускная цена материалов, конструкций и изделий, руб.;

Т – транспортные затраты в по доставке материалов на строительную площадку, руб.;

1,12 – коэффициент, учитывающий налоги от заготовительно-складской деятельности.

Общепроизводственные и общехозяйственные расходы (ОПиОХР) – это сумма средств для возмещения расходов подрядчику в строительной деятельности, связанных с созданием общих условий строительного производства, его организацией, управлением и обслуживанием [3]. В состав общепроизводственных и общехозяйственных расходов входят разные по экономическому содержанию статьи затрат, связанные по своему характеру с производственным процессом и обеспечением нормального хода строительства объектов:

- административно-хозяйственные расходы (основная и дополнительная заработная плата аппарата управления и линейных работников; отчисления на социальное страхование работников административно-хозяйственного аппарата; расходы на канцелярские принадлежности, типографские и другие расходы; почтово-телеграфные и телефонные расходы; расходы на содержание и эксплуатацию зданий; расходы, связанные со служебными разъездами и командировками работников аппарата управления и линейных работников; расходы на содержание и эксплуатацию служебного автотранспорта; отчисления в ремонтный фонд и амортизационные отчисления по основным фондам, используемым для обслуживания аппарата управления; расходы на содержание и эксплуатацию вычислительной техники);

- расходы по обслуживанию работников строительства (дополнительная заработная плата рабочих основного производства; отчисления на социаль-

ное страхование со всей суммы основной и дополнительной заработной платы, начисленной рабочим основного производства; расходы на обеспечение санитарно-гигиенических и культурно-бытовых условий; затраты, связанные с подготовкой и переподготовкой кадров; расходы по охране труда и технике безопасности);

- расходы на организацию работы на строительных площадках (амортизационные отчисления, отчисления в ремонтный фонд и расходы на перемещение производственных приспособлений и оборудования; износ и расходы, связанные с отчислениями в ремонтный фонд, устройством и разборкой временных (нетитульных) сооружений, приспособлений и устройств; расходы по геодезическим работам, осуществляемым при производстве работ; расходы по проектированию производства работ и благоустройству строительных площадок; затраты по обеспечению ведомственной, пожарной и сторожевой охраны; расходы по содержанию производственных лабораторий; расходы по рационализации производства; расходы, связанные с подготовкой объектов строительства к сдаче; расходы по перебазированию в пределах стройки);

- прочие общепроизводственные и общехозяйственные расходы (платежи по обязательному страхованию имущества; затраты на оплату процентов по кредитам банка; расходы на рекламу, аудиторские, консультационные и информационные услуги; расходы, связанные с лицензированием).

Размер затрат по отдельным статьям номенклатуры ОПиОХР не регламентирован. Он зависит от специфических условий стройки, методов организации работ, степени механизации строительных процессов. Эти лимиты по статьям определяются расчетами, сметами по соответствующим нормам или исходя из отчетных данных за предыдущий год. Расчеты составляются и утверждаются строительными организациями.

Плановая прибыль (ПП) – это прибыль от выполнения строительных, специальных и монтажных работ [10]. Это нормативная (гарантированная) прибыль строительных организаций, которая образуется в процессе создания ими новой стоимости, идущая в основном на развитие производственной базы и социальной сферы подрядчика, уплату налогов (налог на прибыль, налог на недвижимость), покрытие убытков, материальное стимулирование работников.

Предельные нормы, установленные в процентах к сумме основной заработной платы рабочих и заработной платы машинистов в составе эксплуатации машин и механизмов, учтенных в сметных прямых затратах, применяются на основании постановлений Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь. По состоянию на 01.03. 2015 составляют:

- общепроизводственные и общехозяйственные расходы – 48,89 %;
- плановая прибыль – 59,12 % на строительные и 59,14 % на ремонтные работы.

Начисление общепроизводственных и общехозяйственных расходов и плановой прибыли при составлении локальных смет производится в конце сметы, за итогом прямых затрат.

Сметная документация на строительство представляет собой комплекс документов, в которых дано обоснование сметной стоимости сооружения (автомобильной дороги, моста, тоннеля и т.д.).

В составе сметной документации разрабатываются:

- локальные сметы (локальные сметные расчеты);
- объектные сметы (объектные сметные расчеты);
- сводный сметный расчет стоимости строительства;
- сводка затрат;
- ведомости объемов работ и расходов ресурсов;
- ведомости ресурсов;
- информационный блок данных;
- ведомости сметной стоимости строительства зданий и сооружений, входящих в пусковой комплекс.

2.2 Определение объемов и строительной стоимости отдельных видов работ

Объемы работ определяются по проектным данным (план трассы, продольный и поперечные профили земляного полотна, чертежи конструкции дорожной одежды, искусственных сооружений) согласно сметным нормам и правилам подсчета объемов работ. Для исчисления сметной стоимости строительства объекта используются нормативы расхода ресурсов и их текущие цены. Результаты расчетов заносятся в ведомости объемов работ и ресурсно-сметные расчеты, которые являются исходными документами для определения сметной стоимости строительства.

Объемы работ для смет подсчитываются в физических единицах измерения сметных норм, принятых в сборниках нормативов расхода ресурсов (m^2 , m^3 , т, шт. и т. п.). Подсчет объемов работ следует вести в определенной последовательности, соответствующей технологии выполнения работ, чтобы результаты ранее выполненных расчетов могли быть использованы для последующих этапов. Объемы работ рассчитываются по отдельным законченным конструктивным элементам и видам работ.

При строительстве автомобильной дороги выделяются следующие основные виды работ: подготовительные, строительство искусственных сооружений, земляного полотна, устройство дорожной одежды, обустройство дороги.

В **подготовительный период** оформляются документы об отводе земельного участка под строительство, выполняются работы по восстановле-

нию трассы дороги и разбивке основных осей сооружения, очистке территории строительства, рубке леса, корчевке пней и др.

Объемы подготовительных работ зависят от площади полосы отвода под дорогу и удельного веса территории, занятой лесом, пашнями, огородами, существующими строениями и т. д.

Усредненные нормы отвода земельного участка для дорог разных технических категорий представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Площадь отвода земли для строительства автомобильной дороги

Категория автомобильной дороги	Количество полос движения	Нормы отвода земель, га/км	
		пригодных	непригодных
		для сельского хозяйства	
I	6	5,5	6,4
	4	4,7	5,5
II	4	4,7	5,5
	2	3,1	3,9
III	2	2,7	3,7
IV	2	2,4	3,5
V	1	2,1	3,3

Примечание – Составлено по данным [4].

Масса порубочных остатков и пней при рубке отдельностоящих деревьев, т, рассчитывается по формуле

$$m = V_{\text{п}} \rho_{\text{д}} n, \quad (2.4)$$

где $V_{\text{п}}$ – средний объем порубочных остатков и пней, ориентировочно можно принимать при диаметре пня: более 34 см – 0,5 м³, до 34 см – 0,4 м³, до 26 см – 0,1 м³, до 18 см – 0,05 м³;

$\rho_{\text{д}}$ – плотность древесины, ориентировочно можно принимать для: мягких пород – 0,7 т/м³, твердых пород – 0,9 т/м³;

n – количество деревьев, шт.

Искусственные сооружения. Наиболее распространенными видами искусственных сооружений на автомобильных дорогах являются водопропускные трубы. В состав работ по строительству труб входят:

- подготовительные работы (расчистка и планировка строительной площадки и подходов к ней, геодезические работы, размещение оборудования, временных устройств, складов сборных конструкций и необходимых материалов и др.);

- основные работы (устройство котлована и подготовка основания под фундамент, монтаж сборных конструкций, устройство гидроизоляции, лотков, засыпка трубы и др.);

- заключительные работы (укрепление откосов насыпи у оголовков трубы, планировка и укрепление подводящего и отводящего русел, ликвидация строительной площадки).

Состав работ может изменяться в зависимости от видов труб (железобетонные, металлические гофрированные).

Объемы подготовительных и заключительных работ при строительстве искусственных сооружений определяются конкретными условиями строительных площадок. Объемы всех видов основных работ для каждой трубы зависят от ее длины, диаметра отверстия и применяемых строительных материалов.

Земляные работы. Сооружение земляного полотна автомобильной дороги как сложного инженерного сооружения, включают следующие виды работ: отсыпка земляного полотна и разработка выемок с сопутствующими работами, укрепительные работы, водоотвод и оздоровительные мероприятия (дренажные устройства, отвод грунтовых вод, укрепление оврагов и т. п.).

Объемы основных земляных работ определяются по рабочим отметкам, вычисленным на основании продольного профиля дороги и поперечных профилей земляного полотна. При расчете объемов земляных работ определяются объемы насыпей и выемок с учетом дополнительных и сопутствующих работ.

Основные объемы насыпей (v_H) и выемок (v_B) на прямых участках автомобильных дорог при однообразной крутизне откосов, m^3 , рассчитываются по формулам:

$$v_H = \left[\frac{b(H_1 + H_2)}{2} + \frac{m(H_1 + H_2)^2}{4} \right] L; \quad (2.5)$$

$$v_B = \left[\frac{B(H_1 + H_2)}{2} + \frac{m(H_1 + H_2)^2}{4} + \omega \right] L, \quad (2.6)$$

где b – ширина земляного полотна насыпи поверху, м;

H_1, H_2 – рабочие отметки смежных точек продольного профиля, м;

m – отношение заложения откоса насыпи или выемки к его высоте;

L – расстояние между смежными точками продольного профиля, м;

B – ширина выемки в уровне бровок земляного полотна с учетом ширины кюветов поверху, м;

ω – площадь двух кюветов выемки, m^2 .

При переменной крутизне откосов насыпей подсчет основных объемов производится путем суммирования вычисляемых по формуле (2.5) значений v_H с дополнительными объемами Δv , m^3 , определяемыми из выражения (для насыпей высотой до 12 м)

$$\Delta v = 0,0625(H_1 + H_2 - 12)^2 L. \quad (2.7)$$

Призматоидальные поправки (дополнительные объемы) к основным объемам насыпей и выемок, учитывающие разность отметок, определяются по формуле

$$\Delta v_{\text{п}} = m \frac{(H_1 - H_2)^2 L}{12}. \quad (2.8)$$

Для откосов 1:3 при разности отметок $(H_1 - H_2)$ до 0,5 м и для откосов 1:1,5 при разности отметок $(H_1 - H_2)$ до 1,0 м эти поправки вследствие их незначительности можно не учитывать.

При наличии косогорности с однообразным уклоном 1: n (поперечным уклоном местности, превышающим уклон 1:10) рассчитываются также поправки, учитывающие дополнительные объемы земляного полотна к основным объемам.

Указанные поправки X , м^3 , определяют из выражений:

- для насыпей –

$$X = K(v_{\text{н}} + \Delta v + \Delta v_{\text{п}}) + \Delta v_{\text{д}}; \quad (2.9)$$

- для выемок –

$$X = K(v_{\text{в}} + \Delta v_{\text{п}}) + \Delta v_{\text{д}}, \quad (2.10)$$

где K – коэффициент косогорности;

$\Delta v_{\text{д}}$ – дополнительный объем, вызываемый косогорностью местности, м^3 .

Для насыпей

$$\Delta v_{\text{д}} = K \frac{b^2}{4m} L; \quad (2.11)$$

для выемок

$$\Delta v_{\text{д}} = K \left(\frac{B^2}{4m} - \omega \right) L. \quad (2.12)$$

Коэффициент косогорности $K = \frac{m^2}{n^2 - m^2}$, причем для насыпей следует принимать значение m , соответствующее их нижней части (n – показатель косогорности, т. е. отношение заложения косогора в пределах насыпи или выемки к его высоте).

При расчете по формулам (2.11) и (2.12) значения m должны быть такими же, как и при вычислении K .

Поправки к основным объемам, м^3 , при уширении земляного полотна на кривых участках дорог рассчитываются по формуле

$$\Delta v_y = \frac{a(H_1 + H_2)^2}{2} L, \quad (2.13)$$

где a – величина уширения земляного полотна, м.

Поправка на устройство дорожной одежды, м^3 , определяется по формуле

$$\Delta v_{\text{д.о}} = b_{\text{п}} h_{\text{д.о}} L, \quad (2.14)$$

где $b_{\text{п}}$ – ширина проезжей части, м;

$h_{\text{д.о}}$ – толщина дорожной одежды, ориентировочно можно принимать для дорог: I и II категорий – 0,60 м, III категории – 0,50 м, IV категории – 0,30 м.

Данная поправка вводится в расчеты со знаком “–” для насыпей и со знаком “+” для выемок.

Для каждого километра подсчитывают суммарный объем насыпей и выемок с учетом поправок и определяют общий объем земляных работ.

Таким образом, общий объем земляных работ выражается в профильной кубатуре. Профильный объем земляного полотна включает объемы: насыпей; выемок с кюветами в пределах проектного профиля, включая объем грунта, завозимого для верхней части полотна, когда грунты выемки не соответствуют требованиям технических условий; кюветов, устраиваемых на участках невысоких насыпей и в «нулевых» отметках; грунта, завозимого для замены неустойчивых грунтов, а также для досыпки взамен снимаемого растительного слоя или после уплотнения основания под насыпь при выторфовывании; конусов у мостов. В профильный объем основных работ не включают объемы: ям после корчевки пней, удаления валунов; торфа при выторфовывании болот; неустойчивых грунтов, подлежащих замене в основаниях насыпей. Эти работы определяют в сметах по специальным нормам и расценкам, проектным данным.

Рабочий (оплачиваемый) объем – это объем насыпей, исчисленный с учетом коэффициента уплотнения грунта, и та часть объема выемок, которая идет в кавальер согласно принятой схеме распределения земляных масс. В состав рабочих (оплачиваемых) земляных работ включается объем грунта на дополнительные работы по обеспечению водоотвода.

Фактический объем грунта, подлежащего разработке в плотном теле резерва или выемки и перемещению в насыпь v_f , м^3 , определяется по формуле

$$v_f = v_{\text{н}} K_1, \quad (2.15)$$

где K_1 – коэффициент относительного уплотнения (отношение требуемой плотности сухого грунта в насыпи к его плотности в резерве, карьере или выемке).

Значения коэффициента относительного уплотнения принимаются на основании рекомендаций ТКП 200-2009 [11] и представлены в таблице 2.2.

Потери грунта при транспортировании в земляные сооружения автотранспортом, скреперами и землевозами учитываются в размере (не более):

- при транспортировании на расстояние до 1 км – 0,5 %;
- при транспортировании на большие расстояния – 1,0 %.

Потери грунта при перемещении его бульдозерами по основанию, сложенному грунтами другого типа, учитываются в размере (не более):

- при обратной засыпке траншей и котлованов – 1,5 %;
- при укладке в насыпи – 2,5 %.

Таблица 2.2 – Коэффициенты относительного уплотнения

Требуемое значение коэффициента уплотнения грунта	Значения коэффициентов относительного уплотнения для грунтов						
	пески, супеси, суглинки пылеватые	суглинки, глины	лессы и лессовидные грунты	скальные разрабатываемые грунты при объемной массе, г/см ³			шлаки, отвалы перерабатывающей промышленности
				1,9–2,2	2,2–2,4	2,4–2,7	
1,00	1,11	1,05	1,30	0,95	0,89	0,84	1,26–1,47
0,95	1,05	1,00	1,15	0,90	0,85	0,80	1,20–1,40
0,90	1,00	0,95	0,95	0,85	0,80	0,76	1,13–1,33

Примечание – Составлено по данным [11].

Усредненные объемы земляных работ для различных условий строительства представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Объемы земляных работ при строительстве автомобильных дорог

Категория дороги	Объем земляных работ в зависимости от рельефа местности, тыс. м ³ /км		
	Равнинный и слабохолмистый рельеф	Пересеченный рельеф	Горный рельеф
I	80–120	120–150	–
II	50–80	80–100	90–100
III	20–40	40–60	60–90
IV	15–25	25–40	40–70
V	5–10	10–25	25–40

Примечание – Составлено по данным [4].

Дорожная одежда. Объем работ по устройству подстилающих и выравнивающих слоев из песка, гравия и других материалов определяется по проектным профилям в уплотненном состоянии [5].

Объем работ по устройству дорожных покрытий и оснований определяется по площади каждого конструктивного слоя.

Необходимое количество дорожно-строительных материалов для устройства дорожной одежды определяют с использованием нормативов расхода ресурсов (НРР). Расчеты производят по отдельным конструктивным слоям дорожной одежды. Если в НРР отсутствуют нормы расхода по каким-либо материалам, то их необходимое количество рассчитывают по геометрическим размерам конструкции с учетом коэффициента уплотнения материала и его потерь при транспортировании со склада (карьеря) по формуле

$$Q = 1000h_{\text{сл}}B_{\text{ср}}K_{\text{уп}}K_{\text{п}}, \quad (2.16)$$

где $h_{\text{сл}}$ – проектная толщина конструктивного слоя дорожной одежды, м;

$B_{\text{ср}}$ – средняя ширина конструктивного слоя, м;

$K_{\text{уп}}$ – коэффициент запаса материала в насыпном виде с учетом последующего его уплотнения при укладке в дорожную одежду;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери материала при его транспортировке и укладке, $K_{\text{п}} = 1,03$.

Работы **по обустройству дорог** включают установку дорожных знаков, ограждений, тумб, устройство переездов, съездов, развязок движения, пешеходных тоннелей, площадок отдыха, разметку дорог и т. п.

Средние данные по элементам обустройства дорог представлены таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Количество элементов обустройства на автомобильных дорогах

Категория дороги	Элементы на 1 км дороги				
	Количество труб, шт.	Количество остановок, шт.	Количество площадок отдыха, шт.	Количество дорожных знаков, шт.	Протяженность ограждений, м
I	2	0,5	0,05	8	120
II	2	0,5	0,05	8	120
III	2	0,5	0,03	8	90
IV	2	0,3	0,02	6	90
V	2	0,3	0,02	6	20

Примечание – Составлено по данным [4].

2.3 Составление локальных смет

Стоимость отдельных видов работ и расходов на строительство объекта может быть определена на основе:

- составления локальных смет (локальных сметных расчетов);
- данных о стоимости объектов-аналогов.

Локальные сметы составляются на основе объемов работ, определенных при разработке рабочей проектной документации и чертежей.

Составление локальных сметных расчетов осуществляется, когда объемы работ и размеры затрат окончательно не определены и подлежат уточнению на основании рабочей проектной документации или в процессе строительства.

По локальной смете (локальному сметному расчету) определяется стоимость работ с учетом способа производства и вида применяемых материалов. Расчет включает два этапа: изучение проектной документации с подсчетом объемов работ и непосредственный расчет сметной стоимости.

Сметная стоимость распределяется по следующим статьям затрат: основная заработная плата рабочих; стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов, в составе которой выделяется заработная плата машинистов; стоимость материалов, изделий и конструкций; транспортные расходы по их доставке; стоимость оборудования, мебели, инвентаря; общепроизводственные и общехозяйственные расходы и плановая прибыль.

Основная заработная плата рабочих (ОЗП) рассчитывается путем умножения затрат труда рабочих-строителей, занятых на выполнении отдельных видов работ (T_p), указанных в сборниках нормативов расхода ресурсов [5] на часовую тарифную ставку ($Ч_{Тс}$), соответствующую среднему разряду рабочих по формуле

$$\text{ОЗП} = T_p \cdot Ч_{Тс}, \quad (2.17)$$

$$Ч_{Тс} = T_{4p} \cdot K_{мр}, \quad (2.18)$$

где T_{4p} – цена одного человеко-часа рабочего четвертого разряда;

$K_{мр}$ – межразрядный расчетный коэффициент для определения стоимости затрат труда рабочих.

Цена одного человеко-часа определяется по данным Национального статистического комитета о номинальной начисленной среднемесячной заработной плате по строительству на первое число месяца, предшествующего дате расчета, в среднем по республике и нормативного рабочего времени 170 часов в месяц. Данная среднемесячная заработная плата принимается как заработная плата рабочего четвертого разряда и составляет по данным на 1. 03. 2015 года 41309 руб.

Межразрядные расчетные коэффициенты для определения стоимости затрат труда рабочих представлены в приложении Б.

Затраты на эксплуатацию машин и механизмов (ЭММ) рассчитываются путем перемножения затрат машинного времени, указанных в сборниках нормативов расхода ресурсов по каждому виду техники, занятой на выполнении конкретной технологической операции (M_i), и цены одного машино-

часа эксплуатации строительных машин ($\text{ПРЦ}_{1\text{M-}i}$) по формуле

$$\text{ЭММ} = \sum_{i=1}^n M_i \text{ПРЦ}_{1\text{M-}i}, \quad (2.19)$$

где n – количество наименований дорожно-строительной техники, занятой на выполнении определенного вида работ или технологического процесса.

Цена одного машино-часа определяется на основании цен, рассчитываемых по перечню машин и механизмов, приведенных в нормативах расхода ресурсов, с учетом данных мониторинга. Стоимость одного машино-часа машин и механизмов, отсутствующих в перечне нормативов расхода ресурсов, определяется расчетным путем и включает в себя амортизационные отчисления, заработную плату машинистов, затраты на замену быстроизнашивающихся частей, энергоносители и смазочные материалы, гидравлическую жидкость, затраты на капитальный и текущий ремонты, техническое обслуживание и диагностирование машин, затраты на перебазировку машин с баз механизации на объект строительства.

Текущие цены эксплуатации дорожно-строительных машин определяются на один машино-час с выделением в их составе заработной платы машинистов.

Республиканским унитарным предприятием «Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве» (РНТЦ) формируется республиканская нормативная база текущих цен одного машино-часа эксплуатации строительных машин с указанием их кода, наименования и технических характеристик.

В экономических расчетах, выполняемых в курсовых и дипломных проектах, при отсутствии реальных данных можно использовать цены, приведенные в приложении В.

Стоимость *материалов* определяется на основании базы текущих цен по данным РНТЦ с учетом данных мониторинга. При отсутствии данных стоимость материалов принимается по текущим ценам производителя материалов на территории республики, а в случае отсутствия производителя – поставщика материалов.

На материалы, требующие приготовления в построечных условиях (асфальтобетонные смеси, черный щебень), составляются дополнительные калькуляции на приготовление на основании нормативов расхода ресурсов [5].

Транспортные расходы, включая заготовительно-складские расходы, по доставке материалов от предприятий-изготовителей до приобъектного склада, согласно НРР 8.01.104-2007 [6] определяются в процентах от стоимости строительных материалов в зависимости от зоны строительства. Например, при строительстве объектов, расположенных в сельской местности, – в размере 13,5 %. При этом привязка бетонных и железобетонных изделий и

конструкций, нерудных и других материалов, используемых при строительстве автомобильных дорог, производится на основании проектов организации строительства с учетом конкретных баз поставки, расстояния перевозки и тарифов на перевозку. Затраты по доставке 1 т материала от поставщика к месту потребления с грузовыми операциями рассчитываются в калькуляции транспортных расходов. Расчет стоимости материалов производится в калькуляции стоимости материалов.

Рассмотрим пример составления локальной сметы на устройство дорожной одежды автомобильной дороги II технической категории протяженностью 6,65 км, состоящей из следующих конструктивных слоев:

- технологический слой из щебеночно-песчаной смеси С5, толщиной 15 см;
- двухслойное основание из щебня фракции 25–60 мм по ГОСТ 7392-2002 с заклиной щебнем фракции 5–20 мм и песком из отсевов дробления, толщиной 16 и 12 см;
- нижний слой двухслойного покрытия из щебеночной крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси марки I ЦКПг-I по СТБ 1033-2004 толщиной 6 и 8 см;
- верхний слой покрытия из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМСц-I/2,2 по СТБ 1033-2004 толщиной 4 см.

Локальная смета разрабатывается по установленной форме [10].

Объем работ по устройству дорожных покрытий и оснований определяется по площади каждого конструктивного слоя:

$$Q = B_{\text{ср}} L_{\text{уч}}, \quad (2.20)$$

где $B_{\text{ср}}$ – средняя ширина конструктивного слоя дорожной одежды, м;

$L_{\text{уч}}$ – длина строящегося участка автомобильной дороги, м.

Для работ по устройству:

- асфальтобетонного покрытия – $Q_{\text{пок}} = 8,5 \cdot 6650 = 56525 \text{ м}^2$;
- верхнего слоя основания толщиной 12 см – $Q_{\text{осн1}} = 8,98 \cdot 6650 = 59717 \text{ м}^2$;
- нижнего слоя основания толщиной 16 см – $Q_{\text{осн2}} = 9,26 \cdot 6650 = 61579 \text{ м}^2$;
- технологического слоя – $Q_{\text{д.сл}} = 14,605 \cdot 6650 = 97123 \text{ м}^2$.

Локальная смета на устройство дорожной одежды представлена в таблице 2.5.

Локальная смета является первичным сметным документом и позволяет определить только стоимость строительно-монтажных работ по реализации конкретного технологического процесса. Для того чтобы рассчитать полную сметную стоимость строительства объекта, необходимо составить сводный сметный расчет.

Таблица 2.5 – Локальная смета на устройство дорожной одежды

Наименование стройки _____

Код стройки _____

Наименование объекта _____

Шифр объекта _____

**ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА № _____
НА УСТРОЙСТВО ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

Составлена в ценах на 01.03.2015 г. (в ценах февраля 2015 г.)

№ п/п	Обоснова- ние	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Стоимость: единицы измерения / всего, руб.					
			Количество	заработная плата	эксплуатация машин и механизмов		материалы, изделия, конструкции (оборудование, мебель, инвентарь)	транспорт	общая стоимость
					всего	в т.ч. заработная плата машинистов			
1	E27-21-1	Устройство технологического слоя из ЩПС С5 толщиной 15 см	1000 м ²	2391407	4377715	729152	–	–	6769123
			97,123	232260622	425176814	70817430	–	–	657437535
2	C417-118-10	Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 25–60 мм	м ³	–	–	–	119075	252576	371651
			10926,34 (H _p = 112,5 м ³)	–	–	–	1301053936	2759731252	4060785187
3	C412-9005	Вода	м ³	–	–	–	14585	–	14585
			1019,79 (H _p = 10,5 м ³)	–	–	–	14873637	–	14873637
4	C417-201-11	Песок из отсева дробления	м ³	–	–	–	68270	250666	318936
			1200 (H _p = 12,35 м ³)	–	–	–	81924000	300799200	382723200
5	ТЕР1	Перемешивание смеси	100 м ³	–	920909	153387	–	–	920909
			216,39	–	199275499	33191413	–	–	199275499

6		Итого по технологическому слою		–	–	–	–	–	–
				232260622	624452312	104008843	1397851573	3060530452	5315094959
7	Е-27-22-1	Устройство нижнего слоя двухслойного основания толщиной 15 см из щебня фракции 25–60 мм с расклиновкой щебнем фракции 5–20 мм и песком из отсева дробления	1000 м ²	1446795	3368758	561100	–	–	4815553
			61,579	89092189	207444749	34551997	–	–	296536938
8	Е-27-22-4	Добавлять или исключать на каждый 1 см к нормам 27-22-1	1000 м ²	28062	262943	43796	–	–	291005
			61,579	1728030	16191767	2696901	–	–	17919797
9	С412-9005	Вода	м ³	–	–	–	14585	–	14585
			1847,37 (Н _р = 30 м ³)	–	–	–	26943891	–	26943891
10	С417-118-10	Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 25–60 мм (РУПП «Гранит», Микашевичи)	м ³	–	–	–	119075	252576	371651
			11638,431 (Н _р = 189 м ³)	–	–	–	1385846171	2939588348	4325434520

Продолжение таблицы 2.5

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Стоимость: единица измерения / всего, руб.					
			Количество	заработная плата	эксплуатация машин и механизмов		материалы, изделия, конструкции (оборудование, мебель, инвентарь)	транспорт	общая стоимость
					всего	в т.ч. заработная плата машинистов			
11	Е-27-22-4	Добавлять или исключать на каждый 1 см к нормам 27-22-1. Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 25–60 мм (РУПП «Гранит», Микашевичи)	м ³	–	–	–	119075	252576	371651
			777,127 (Н _р = 12,62 м ³)	–	–	–	92536398	196283629	288820027
12	С417-115-10	Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 5–20 мм (РУПП «Гранит», Микашевичи)	м ³	–	–	–	138127	253211	391338
			923,685 (Н _р = 15 м ³)	–	–	–	127585838	233887203	361473041
13	С417-201-11	Песок из отсева дробления	м ³	–	–	–	68270	250666	318936
			1114,58 (Н _р = 18,1 м ³)	–	–	–	76092377	279387310	355479687

14	Е-27-22-1	Устройство верхнего слоя двухслойного щебеночного основания толщиной 15 см из щебня фракции 25–60 мм с расклиновкой щебнем 5–20 мм и песком из отсева дробления	1000 м ²	1446795	3368758	561100	–	–	4815553
			59,717	86398257	201172121	33507209	–	–	287570379
15	Е-27-22-4	Добавлять или исключать на каждый 1 см к нормам 27-22-1	1000 м ²	28062	262943	43796	–	–	291005
			59,717	1675778	15702167	2615366	–	–	17377946
16	С412-9005	Вода	м ³	–	–	–	14585	–	14585
			1791,51 (H _p = 30 м ³)	–	–	–	26129173	–	26129173
17	С417-118-10	Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 25–60 мм (РУПП «Гранит», Микашевичи)	м ³	–	–	–	119075	252576	371651
			11286,513 (H _p = 189 м ³)	–	–	–	1343941535	2850702307	4194643843
18	Е-27-22-4	Добавлять или исключать на каждый 1 см к нормам 27-22-1. Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 25–60 мм	м ³	–	–	–	119075	252576	371651
			753,629 (H _p = 12,62 м ³)	–	–	–	89738373	190348598	280086971

Продолжение таблицы 2.5

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Стоимость: единица измерения / всего, руб.					
			Количество	заработная плата	эксплуатация машин и механизмов		материалы, изделия, конструкции (оборудование, мебель, инвентарь)	транспорт	общая стоимость
					всего	в т.ч. заработная плата машинистов			
19	С417-115-10	Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 5–20 мм (РУПП «Гранит», Микашевичи)	м ³	–	–	–	138127	253211	391338
			895,755 (H _p = 15 м ³)	–	–	–	123727951	226815019	350542970
20	С417-201-11	Песок из отсева дробления	м ³	–	–	–	68270	250666	318936
			1080,878 (H _p = 18,1 м ³)	–	–	–	73791541	270939365	344730906
21		Итого по двухслойному основанию		–	–	–	–	–	–
				175542698	409106470	68140721	3186856502	6807254583	10578760254
22	E27-72-1	Розлив вяжущих материалов	т	–	80778	13456	1871171	167146	1951949
			47,947 (H _p = 1,03 т)	–	3873063	645175	89717036	8014149	101604248
23	E27-202-6	Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных пористых крупнозернистых смесей, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	1000 м ²	736078	6196130	1032027	–	–	6932208
			46,550	34264431	288429852	48040857	–	–	322694282

24	С418-2-020	Асфальтобетонная горячая щебеночная крупнозернистая пористая смесь	т	–	–	–	463482	107836	571318
			4347,77 ($H_p = 93,4$ т)	–	–	–	2015113135	468846126	2483959261
25	Е27-202-20	При изменении толщины покрытия на 0,5 см исключать или добавлять к пористым крупнозернистым смесям, плотность каменных материалов $2,5-2,9$ т/м ³ ($K = 4$)	1000 м ²	14801	–	–	–	–	14801
			46,550	688987	–	–	–	–	688987
26	С418-2-020	Асфальтобетонная горячая щебеночная крупнозернистая пористая смесь ($K = 4$)	т	–	–	–	463482	107836	571318
			539,98 ($H_p = 11,6$ т)	–	–	–	250271010	58229283	308500294
27		Итого по слою		–	–	–	–	–	–
				34953417	292302914	48686032	2355101181	535089558	3217447071
28	Е27-72-1	Розлив вяжущих материалов	т	–	80778	13456	1871171	167146	1951949
			58,221 ($H_p = 1,03$ т)	–	4702976	783422	108941447	9731407	123375830
29	Е27-202-6	Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных пористых крупнозернистых смесей, плотность каменных материалов $2,5-2,9$ т/м ³	1000 м ²	736078	6196130	1032027	–	–	6932208
			56,525	41606809	350236248	58335326	–	–	391843057

Окончание таблицы 2.5

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Стоимость: единица измерения / всего, руб.					
			Количество	заработная плата	эксплуатация машин и механизмов		материалы, изделия, конструкции (оборудование, мебель, инвентарь)	транспорт	общая стоимость
					всего	в т.ч. заработная плата машинистов			
30	С418-2-020	Асфальтобетонная горячая щебеночная крупнозернистая пористая смесь (смеситель производительностью 50 т/час)	т	–	–	–	463482	107836	571318
			5279,435 ($H_p = 93,4$ т)	–	–	–	2446923093	569313153	3016236245
31	E27-202-20	При изменении толщины покрытия на 0,5 см исключать или добавлять к пористым крупнозернистым смесям, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³ ($K = 8$)	1000 м ²	14801	–	–	–	–	14801
			56,525	836627	–	–	–	–	836627
32	С418-2-020	Асфальтобетонная горячая щебеночная крупнозернистая пористая смесь (смеситель производительностью 50 т/час) ($K = 8$)	т	–	–	–	463482	107836	571318
			655,69 ($H_p = 11,6$ т)	–	–	–	303900513	70706987	374607499

33		Итого по слою		–	–	–	–	–	–
				42443435	354939224	59118748	2859765052	649751547	3906899258
34	E27-72-1	Розлив вяжущих материалов	т	–	80778	13456	1871171	167146	1951949
			58,221 ($H_p = 1,03$ т)	–	4702976	783422	108941447	9731407	123375830
35	E27-203-1	Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных щебеночно-мастичных плотных мелкозернистых смесей типа С, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	1000 м ²	736078	6598622	1099067	–	–	7334700
			56,525	41606809	372987109	62124762	–	–	414593918
36	C418-1-018	Щебеночно-мастичная горячая плотная смесь с максимальным размером зёрен 10 мм ЦМСц (смеситель производительностью 100 т/час)	т	–	–	–	632474	111622	744096
			5607,28 ($H_p = 99,2$ т)	–	–	–	3546458811	625895808	4172354619
37		Итого по слою		–	–	–	–	–	–
				41606809	377690084	62908184	3655400258	635627215	4710324366
38		Итого по смете		–	–	–	–	–	–
				526806982	2058491006	342862527	13454974566	11688253356	27728525909

3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

3.1 Основы технико-экономического сравнения вариантов проектных решений при строительстве автомобильных дорог

Степень экономической эффективности строительства, ремонта и реконструкции автомобильных дорог во многом определяется качеством выполненного технико-экономического обоснования принятых проектных решений. Необходимым условием объективности выполненных расчетов служит полнота рассмотрения различных вариантов.

В условиях Республики Беларусь, когда сеть автомобильных дорог практически сформирована и удовлетворяет потребности во внутрисреспубликанских и транзитных перевозках грузов и пассажиров, выбор наиболее эффективного проектного решения, особенно при строительстве новых автомобильных дорог, требует рассмотрения значительного числа вариантов. Это же условие применимо при новом строительстве в сложных природно-климатических условиях Припятского Полесья.

При строительстве новых автомобильных дорог варианты могут различаться направлением трассы, числом полос движения, несущей способностью дорожной одежды, количеством углов поворота, величиной руководящего уклона и другими параметрами. Кроме того, могут рассматриваться также варианты отдельных дорожных сооружений: мостов, тоннелей, пересечений автомобильной дороги с другими дорогами (в одном или нескольких уровнях) или железнодорожными линиями (переезд или путепровод), транспортных развязок, конструкции дорожной одежды, плана и профиля на отдельных участках. При разработке проекта производства работ возникает необходимость выбора рациональных комплектов машин и механизмов, методов организации и сроков производства работ.

При реконструкции существующих автомобильных дорог также необходим анализ вариантов проектных решений. В этом случае сравнение может выполняться по вариантам с сохранением или изменением существующего плана и профиля трассы, обходом населенных пунктов, различной этапностью включения участков в производство работ и так далее. В условиях рыночной экономики, учитывая географическое положение Республики Беларусь на перекрестке важнейших международных транспортных путей, могут анализироваться варианты переустройства автомобильных дорог и дорожных сооружений при перепрофилировании их значения для производственно-хозяйственной деятельности страны.

Сравнение различных вариантов строительства между собой позволяет выбрать наиболее эффективный из числа сравниваемых. Результаты, получаемые путем сравнения вариантов, зависят от цели исследования и могут

включать: уменьшение первоначальных инвестиционных затрат с последующим ростом эксплуатационных расходов; минимальные эксплуатационные расходы при капиталоемком варианте строительства; снижение стоимости строительно-монтажных работ; снижение потребности в материальных, технических и трудовых ресурсах в периоды производства работ и дальнейшей эксплуатации; увеличение темпов строительства; привлечение дополнительных объемов перевозок грузов и пассажиров, за счет повышения качества автомобильных дорог; повышение уровня безопасности дорожного движения; снижение отрицательного воздействия на окружающую среду; улучшение социального обеспечения рабочих отрасли и др. Особенностью экономической оценки вариантов при строительстве автомобильных дорог является отсутствие однозначного результата. Улучшение технико-эксплуатационного состояния дороги обеспечивает целый комплекс получаемых эффектов как в транспортной отрасли, других отраслях народного хозяйства страны, так и в самом дорожном хозяйстве.

Обоснование инвестирования в строительство дорог является первой стадией разработки проектной документации при трехстадийном проектировании, согласно изменениям к пособию о строительных нормах Республики Беларусь «Состав проектной документации для строительства автомобильных дорог» [7], и требует высокой квалификации исполнителей и творческого, системного и научного подхода к решению поставленной перед ними задачи.

Необходимо соблюдать принцип сопоставимости сравниваемых вариантов и анализировать их с помощью единой системы показателей эффективности инвестиционных проектов. Сопоставимость вариантов обеспечивается при соблюдении комплекса условий, влияющих на стоимость реализуемых мероприятий и эффективность их проведения (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Основные положения оценки эффективности вариантов проектных решений при строительстве автомобильных дорог

Условия оценки эффективности проекта	Принципы сопоставимости, учитываемые во всех анализируемых решениях	Примечания и дополнения к основным критериям
Стратегия маркетинга	1 Изучение товарного рынка для определения размеров грузопотоков	Расчет производственной мощности транспортной инфраструктуры и подвижных транспортных средств
	2 Прогнозирование интенсивности движения	Проведение учета движения, получение сравнимых данных, их обработка и определение существующей интенсивности движения и пропускной способности дорог. Расчет среднегодовой суточной интенсивности движения

Продолжение таблицы 3.1

Условия оценки экономической эффективности проекта	Принципы сопоставимости, учитываемые во всех анализируемых решениях	Примечания и дополнения к основным критериям
Стратегия маркетинга	3 Рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла	Начало расчетного периода определяется моментом времени, начиная с которого выбор варианта влияет на будущие затраты и результаты. Конец расчетного периода – момент, начиная с которого затраты и результаты по всем сравниваемым вариантам практически неразличимы с учетом дисконтирования
	4 Единый подход к оценке риска инвестиционных вложений и неопределенности исходной информации	Идентификация рисков. Формализованное описание неопределенности, выбор измерителей рисков и их расчет. Рассмотрение различных стратегий реализации инвестиционного проекта и методов учета риска
	5 Возможность появления форс-мажорных обстоятельств	Расчет потерь от досрочного расторжения контракта
Технические параметры сравниваемых вариантов	1 Сходные условия движения автотранспорта	Ширина проезжей части и обочин. Ограничения скорости. Пересечения с другими дорогами. Ненормативные кривые в плане, в профиле, участки с ограниченной видимостью
	2 Учет существенных изменений интенсивности движения транспорта	Деление дороги на перегоны в пределах населенных пунктов, между ними или перекрестками
	3 Учет года выполнения капитального ремонта или ремонта	Деление дороги на участки по году выполнения последнего капитального ремонта или ремонта. При необходимости однородные участки объединяются в группы
Методика расчета стоимости строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог	1 Единая исходная информационная база, точность и методы определения стоимости и объемов работ	Основные положения определения сметной стоимости строительства изложены в разделе 2
	2 Одинаковый уровень и виды цен, используемых для стоимостной оценки результатов и затрат	Стоимостная оценка результатов и затрат в базисных, прогнозных или расчетных ценах

Окончание таблицы 3.1

Условия оценки экономической эффективности проекта	Принципы сопоставимости, учитываемые во всех анализируемых решениях	Примечания и дополнения к основным критериям
Показатели расчета эффективности инвестиций в проект	1 Состав показателей по сравниваемым вариантам должен быть одинаковым	Чистый дисконтированный доход. Индекс доходности Внутренняя норма доходности Срок окупаемости
	2 Показатели должны охватывать все наиболее существенные последствия проекта: транспортные и вне-транспортные эффекты от строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог	Состав эффектов и методы их расчета представлены в разделе 5
	3 Методы расчета всех видов эффектов: транспортного, в смежных секторах экономики, экологического, социального и других, должны быть унифицированы и иметь максимально полное нормативно-техническое обеспечение.	
Инфляционные процессы в экономике	1 Шаг расчета в пределах расчетного периода должен быть одинаковой детализации	Месяц, квартал или год
	2 Жизненный цикл проекта должен охватывать один и тот же временной период	Расчетный период составляет от момента окончания работ для проектов: - строительства и реконструкции – не менее 20 лет; - капитального ремонта – не менее 15 лет; - ремонта – не менее 10 лет
	3 Учет фактора времени, в том числе разрыва во времени между началом строительства и вводом в эксплуатацию, неравноценность разновременных затрат и др.; приведение цен в один временной уровень должно осуществляться по единой методике	Использование нормы дисконта для учета влияния инфляции

В автодорожном строительстве вариант инвестиционного проекта выбирается с учетом интересов инвестора. Если в лице инвестора выступают государственные институты, то эффективность вариантов оценивается с точки зрения общегосударственных интересов, предполагающих учет эффекта не только для строящегося или реконструируемого объекта, но и для других предприятий и отраслей, на функционирование которых окажет влияние введенный или реконструируемый объект. Например, при выборе направления новой автомобильной дороги учитываются не только капитальные вложения и последующие затраты на ее ремонт и содержание, но и экономический и социальный эффекты от улучшения транспортного обслуживания промышленных объектов и населения района проектирования дороги.

Если рациональный вариант реализации инвестиционного проекта выбирается с позиции интересов дорожного хозяйства или отдельного предприятия, то необходимо, чтобы реализация проекта не приводила к снижению эффектов, получаемых транспортной и другими отраслями народного хозяйства от улучшения транспортного обслуживания промышленных объектов и населения района проектирования дороги.

При сравнении вариантов выдерживается принцип комплексного подхода, требующий учета множества мероприятий, которые необходимо осуществить при реализации анализируемого варианта проектного решения. Например, при рассмотрении вариантов новой автомобильной дороги с различной несущей способностью дорожной одежды следует учитывать затраты, связанные с ограничением весовых нагрузок транспортных средств на примыкающих автомобильных дорогах. Если рассматриваются варианты примыканий новой автомобильной дороги к существующей сети, необходимо учитывать также и различие расходов на ремонт и реконструкцию действующих автомобильных дорог, обусловленное увеличением интенсивности движения по ним при сдаче новой дороги в эксплуатацию.

Комплексная оценка сравниваемых вариантов требует соблюдения принципов системного подхода. Учет такого свойства систем, как эмерджентность, обуславливает неравенство совокупного эффекта от комплекса мероприятий сумме эффектов от раздельного их проведения. Например, эффект от осуществления комплекса мероприятий по капитальному ремонту (доведение при соответствующем обосновании геометрических параметров земляного полотна на отдельных участках до норм, соответствующих установленной категории ремонтируемой дороги (уширение, обеспечение видимости в плане и профиле, увеличение радиусов вертикальных и горизонтальных кривых, устройство виражей, изменение продольных уклонов, усиление дорожных одежд с исправлением продольных и поперечных неровностей, устройством дополнительных слоев основания и покрытия, ремонт или замена водопропускных труб, переустройство остановочных и посадочных площадок и др.) нельзя рассчитывать как сумму эффектов от реализации отдельно взятых мероприятий.

Разработка каждого варианта строительства, реконструкции и ремонта автомобильной дороги связана с выполнением, как правило, трудоемких проектно-изыскательских работ. Поэтому установление наиболее рационального решения на практике может осуществляться методом последовательного приближения к наилучшему варианту. Этот метод вначале предполагает общий анализ вариантов без их детальной проработки на основе укрупненных технико-экономических показателей. Из оставшихся вариантов на основе детального сравнения выбирается окончательное решение.

Автоматизация расчетов при детальном анализе значительного числа вариантов обеспечивает повышение степени оптимизации решений. Использование экономико-математических методов при выборе рационального варианта дает возможность вести целенаправленный поиск решения и тем самым избежать перебора всех возможных вариантов и оптимизировать проектные решения в дорожном строительстве.

3.2 Классификация вариантов проектных решений в дорожном строительстве

Любая инженерная задача предполагает многовариантность решения. В дорожном строительстве всегда имеются возможности вариантной разработки проектно-сметной документации, выбора методов организации и технологии производства работ на объектах строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог. Каждый вариант решения – это вариант инвестиционного проекта.

В дорожном строительстве в зависимости от целей проектирования выделяют несколько групп вариантов оцениваемых при определении экономически рационального способа строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог.

Первая группа объединяет варианты, связанные с решением задач государственного значения по формированию и развитию дорожной сети. Ими могут быть варианты направлений проектируемых дорог, отличающиеся условиями транспортного обслуживания района проектирования, пунктами примыкания к существующей дорожной сети. Например, при выборе оптимального расположения второй кольцевой дороги вокруг г. Минска учтены существующая транспортная сеть автомобильных дорог в пригородной зоне, их состояние, интенсивность движения, существующая и перспективная жилая и дачная застройка, границы рекреационных зон, природоохранные территории и другие факторы.

Наращивание мощности существующих автомобильных дорог, особенно на направлениях международных транспортных коридоров, также является одной из важнейших стратегических задач развития дорожной сети страны.

В настоящее время автомобильные дороги, связывающие г. Минск с областными центрами, имеют преимущественно две полосы и проходят по густонаселенной местности с развитым сельскохозяйственным производством. Отдельные участки дорог проходят через сельские населенные пункты, включая крупные, с населением до 1 тыс. жителей. В связи со значительной перспективной интенсивностью движения и высокими скоростями рационально предусматривать обход населенных пунктов, что существенно улучшит экологическую безопасность, позволит избежать устройства шумозащитных экранов на значительном протяжении, устройства местных проездов. Как правило, осуществление этих работ приводит к удорожанию проекта, что требует обоснования экономического эффекта, получаемого при разных вариантах проектных решений.

При обосновании целесообразности строительства новой автомобильной дороги, модернизации существующей со строительством нового участка, либо реконструкции существующей дороги по старому направлению в связи с повышением интенсивности движения автомобилей, следует учитывать, что новая автомобильная дорога позволяет улучшить транспортное обеспечение прилегающих районов, способствуя ускорению освоения новых природных ресурсов, развитию промышленности в перспективных регионах страны. В то же время реконструированная автомобильная дорога с увеличенным числом полос движения (например, из II технической категории в I) имеет большую пропускную и провозную способности, чем две альтернативные автомобильные дороги низшей категории, проходящие по тому же направлению.

При сравнении вариантов нежесткой дорожной одежды и жесткой необходимо учитывать, что при примерно одинаковой строительной стоимости жесткие дорожные одежды обеспечивают значительно более долгий срок службы по сравнению с нежесткими (в среднем в 2–3 раза и более) и, следовательно, требуют значительно меньших затрат на ремонт, а также обеспечивают более высокий уровень транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и условий движения по ним в течение срока службы жестких дорожных одежд. Кроме того, их преимуществами являются: высокая прочность и долговечность; устойчивость при воздействии эксплуатационных и климатических факторов; беспыльность и водонепроницаемость; малое сопротивление качению колес и большое трение скольжению, как для сухого, так и для влажного состояния поверхности покрытия. Таким образом, сравнение вариантов жестких и нежестких дорожных одежд должно производиться не только с учетом капитальных и текущих затрат, сроков службы и межремонтных сроков конструкций, но и с выбором рационального варианта на основании комплексной оценки технико-экономических показателей.

Следует отметить, что варианты первой группы разрабатываются преимущественно на стадии обоснования инвестирования в строительство, когда решаются принципиальные вопросы о государственном и народнохо-

зайственном значении возводимых объектов, их важнейших параметрах, об эффективности реализации проектных решений при учете всех источников инвестирования и наличия строительных материалов. Сравнение вариантов первой группы при финансировании из государственного бюджета должно осуществляться при учете внетранспортных эффектов.

Ко второй группе относятся варианты, которые практически одинаковы по показателям общественной эффективности, однако различаются основными конструктивными элементами или условиями эксплуатации. Например, варианты выбора направления трассы автомобильной дороги на отдельных участках, руководящего уклона, типов и конструкции искусственных сооружений, слоев оснований и покрытия в составе конструкции дорожной одежды и т. п. Любой из выбранных вариантов данной группы будет удовлетворять потребностям экономики в перевозках. Поэтому при выборе варианта этой группы решающую роль играют комплексные стоимостные и эксплуатационные показатели. Разработка таких вариантов целесообразна на стадии архитектурного проекта, когда окончательно устанавливаются решения по техническому оснащению проектируемого объекта и условиям его эксплуатации. При этом окончательное решение принимает заказчик.

К третьей группе относятся варианты, которые не отличаются ни показателями общественной эффективности, ни основными техническими параметрами, ни условиями эксплуатации. Различие в вариантах такого рода имеет место в методах организации строительства, способах производства работ, комплектах машин и составах бригад. При этом решаются задачи оптимизации методов производства дорожных работ с учетом затрат дорожных организаций и потерь на автомобильном транспорте в зонах проведения работ на эксплуатируемых дорогах, повышения эффективности использования производственных ресурсов дорожных организаций с целью снижения себестоимости ремонтно-строительных работ и относительного сокращения вложений в основные и оборотные фонды дорожных организаций, улучшения результатов производственной деятельности. В этом случае, как правило, сравнение вариантов осуществляется по строительной стоимости, так как условия последующей эксплуатации объекта по сравниваемым вариантам этой группы могут быть одинаковыми. Разработка таких вариантов целесообразна на стадии строительного проекта, когда решение принимается проектировщиками, либо при разработке проекта производства работ подрядной организацией.

В зависимости от масштабов объектов и их значения поиск окончательного варианта строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильной дороги должен вестись последовательно, переходя от сравнения вариантов первой группы к анализу вариантов второй группы, а затем третьей. При этом следует учитывать, что предложенная квалифика-

ция проектных вариантов имеет условный характер с целью определения набора показателей, для каждой группы вариантов. Так, на стадии обоснования инвестирования в строительство используются более укрупненные показатели, чем при вариантном проектировании в составе строительного проекта. При выборе направления трассы, обосновании реконструктивных мероприятий значительное внимание следует уделить повышению общественной эффективности строительства, рациональному сочетанию капитальных вложений и ежегодных затрат по содержанию и эксплуатации дороги, в то время как при оптимизации отдельных конструктивных элементов или организационных мероприятий определяющим показателем может служить стоимость строительства.

3.3 Оценка общей и сравнительной экономической эффективности инвестиций

Показатели *общей* экономической эффективности инвестиций в реализацию дорожных проектов позволяют оценить в целом эффективность проектного замысла, а показатели *сравнительной* эффективности инвестиций – выбрать экономически наиболее рациональный вариант из множества рассматриваемых. Она показывает, насколько один из вариантов эффективнее другого.

При определении показателей общей эффективности учитываются весь объем необходимых инвестиций и вся совокупность экономических показателей (доход, себестоимость, налоги и др.) последующей эксплуатации объекта.

При определении показателей сравнительной эффективности учитываются только различающиеся по анализируемым вариантам части затрат и экономических результатов, что позволяет уменьшить трудоемкость выбора решения. Этот метод хорошо использовать, например, при сравнении вариантов организации строительства. Однако выбранный по показателям сравнительной эффективности инвестиций вариант, должен иметь положительное значение общей эффективности вложений. Поэтому по выбранному варианту необходимо оценить также показатель общей экономической эффективности необходимых для его реализации инвестиций.

Показатели как общей, так и сравнительной экономической эффективности могут иметь форму показателей общественной и коммерческой эффективности инвестиционных проектов.

Общественная эффективность характеризует социально-экономические последствия осуществления проекта не только для дорожного хозяйства, но и для общества в целом, коммерческая – его финансовые последствия для конкретных участников (инвесторов).

Общественная эффективность рассчитывается для народнохозяйственных и крупномасштабных инвестиционных проектов, реализация которых

существенно влияет на экономическую, социальную и экологическую ситуацию в стране или в отдельных регионах и отраслях. К таким проектам относятся все проекты строительства и реконструкции автомобильных дорог общего пользования.

Получаемые при расчете общественной эффективности результаты – это экономические эффекты на транспорте и в социальной сфере от их полного воспроизводства, а затраты – общественно необходимые издержки по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог.

Расчет *коммерческой* эффективности строительства и реконструкции дорог осуществляется в том случае, если для воспроизводства используются внебюджетные источники финансирования или предусматривается создание платных автомобильных дорог. Получаемые при расчете коммерческой эффективности результаты – это доходы каждого участника проекта (банка, акционерного общества, предприятия и т.д.) от вложенного в эти виды воспроизводства капитала, а затраты – реальные финансовые издержки на производство дорожных работ, рассчитываемые на основе рыночных цен.

3.4 Показатели общей экономической эффективности инвестиций

В мировой практике для экономической оценки инвестиционных проектов используются рекомендации Всемирного Банка и методика ЮНИДО. Для белорусских условий на основе международного опыта разработана Методика определения эффективности инвестиций в строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог [3].

Расчет показателей общей экономической эффективности инвестиций в дорожные проекты базируется на соизмерении результатов осуществления проекта и затрат на его реализацию. Основными из них являются: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок окупаемости инвестиций.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) – сумма дисконтированных потоков чистых выгод по проекту, определяемая как сумма разностей между результатами проекта и инвестиционными вложениями (затратами) на протяжении всего расчетного периода приведенных к одному (базисному), обычно начальному, году:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T_p} (R_t - Z_t) \eta_t, \quad (3.1)$$

где R_t – результат от реализации дорожного проекта на t -м шаге расчета;

Z_t – инвестиционные затраты на t -м шаге расчета;

η_t – коэффициент дисконтирования, учитывающий фактор времени и связанное с ним удешевление будущих доходов в сравнении с настоящим;

T_p – расчетный период сравнения вариантов (горизонт расчета);

t – номер шага расчета (месяц, квартал или год).

Как правило, затраты на осуществление проекта и результаты, получаемые от его реализации, происходят в разное время. Затраты осуществляют раньше, а доходы получают позднее. Это положение характерно для дорожных проектов, которые отличаются высоким объемом инвестирования в первые годы, а основной результат извлекается в последующий период.

Дисконтирование – процесс приведения денежных поступлений от инвестиций к их текущей стоимости, т. е. процесс определения настоящей стоимости будущих денег. При оценке эффективности инвестиционного проекта соизмерение разновременных показателей осуществляется путем приведения (дисконтирования) их к моменту времени $t = 0$ непосредственно после первого шага или к другому фиксированному моменту (например, при сравнении проектов, начинающихся в различные моменты времени). Для приведения разновременных показателей проектов используется норма дисконта (E). Норма дисконта предусматривает учет инфляции, риск и реальную стоимость отложенного потребления капитала.

Норма дисконта в значительной мере зависит от хозяйственной конъюнктуры, перспектив экономического развития страны, мирового хозяйства и является предметом серьезных исследований и прогнозов. Так, отдаленные во времени инвестиции 3 (предположим 10 млн руб.) могут быть направлены инвестором на сооружение других объектов и обеспечить при норме дохода на капитал E получение в течение 1-го года эффекта $E3$. В качестве дисконтной ставки воспользуемся ставкой рефинансирования, установленной Национальным банком Республики Беларусь (по состоянию на 01. 01. 2015 г. – 20 %). Тогда общая сумма отдаленных инвестиций к концу 1-го года возрастет до величины

$$B3_1 = 3 + E3 = 3(1 + E),$$

$$B3_1 = 10 \text{ млн руб.} + 10 \text{ млн руб.} \cdot 0,2 = 10 \text{ млн руб.} \cdot (1 + 0,2) = 12 \text{ млн руб.}$$

Экономический эффект к концу 2-го года составит $E[3(1 + E)]$, а сумма отдаленных инвестиционных вложений к этому моменту увеличится до

$$B3_2 = [3(1 + E)] \cdot (1 + E) = 3(1 + E)^2,$$

$$B3_2 = [10 \cdot (1 + 0,2)] \cdot (1 + 0,2) = 10 \cdot (1 + 0,2)^2 = 14,4 \text{ млн руб.};$$

к концу трехлетнего периода

$$B3_3 = \{[3(1 + E)] \cdot (1 + E)\} \cdot (1 + E) = 3(1 + E)^3,$$

$$B3_3 = \{[10 \cdot (1 + 0,2)] \cdot (1 + 0,2)\} \cdot (1 + 0,2) = 10 \cdot (1 + 0,2)^3 = 17,28 \text{ млн руб.},$$

то есть рост осуществляется по формуле сложных процентов. Через t лет средства возрастут до $Z(1 + E)^t$. Следовательно, инвестиции Z , реализуемые в настоящее время, экономически эквиваленты затратам $Z(1 + E)^t$, произведенным через t лет, т.е.

$$BZ = Z(1 + E)^t, \quad (3.2)$$

где BZ – будущая величина отдаленных инвестиций к концу t -го года;

Z – текущая величина инвестиций с целью получения дохода в будущем;

E – величина доходности инвестиций (норма дисконта).

Для приведения инвестиционных вложений t -го года к начальному периоду необходимо поделить их величину на $(1 + E)^t$, что равнозначно умножению на коэффициент дисконтирования разновременных затрат η_t .

Для осуществления такого расчета используется формула, которая является обратной по смыслу формуле (3.2):

$$Z = \frac{BZ_t}{(1 + E)^t} = BZ_t \frac{1}{(1 + E)^t}. \quad (3.3)$$

В нашем примере текущая величина инвестиций 10 млн руб., которые будут получены через 3 года при норме дисконта 20 % составит

$$Z = 10 \cdot \frac{1}{(1 + 0,2)^3} = 5,787 \text{ млн руб.}$$

Таким образом, норма дисконта E представляет собой *величину годовой чистой прибыли, получаемой на единицу инвестиционных вложений*. Например, величина нормы дисконта $E = 0,2$ отражает получение 2 млн руб. чистой прибыли в год на 10 млн руб. инвестиционных затрат.

В условиях рыночной экономики норма дисконта может устанавливаться в соответствии с приемлемой для инвестора нормой дохода на вложенный капитал. Однако при принятии решений об инвестициях необходимо учитывать, что низкая процентная ставка (мягкая кредитно-денежная политика) приводит к росту инвестиций и расширению производства. Высокая же процентная ставка (жесткая кредитно-денежная политика) «душит» инвестиции и сдерживает производство. Инвестор не будет вкладывать средства в проект, реализация которого обеспечивает норму дохода меньше, чем величина депозитного процента по вкладам. В этом случае инвестор предпочтет положить деньги в банк, а не вкладывать в производство.

Таким образом, банковский депозитный процент выступает в условиях рыночной экономики в качестве минимальной нормы дохода на капитал. *Банковский процент* представляет собой депозитную ставку, или цену, ко-

тору выплачивает банк собственнику финансовых ресурсов за временное пользование ими. Собственник капитала предоставляет банку в пользование свои ресурсы, помещает их на депозит, за что банк начисляет проценты по депозитной ставке.

Допускается принятие ставки дисконтирования (E) на уровне *ставки рефинансирования Национального банка Республики Беларусь* при проведении расчетов в национальной валюте или *фактической ставки процента по долгосрочным валютным кредитам банка* при проведении расчетов в условных единицах. Ставка платы за кредит – это цена, которую уплачивает банку пользователь этого кредита или инвестор в условиях рассматриваемой проблемы.

Если финансирование проекта производится за счет нескольких источников, то в расчетах экономической эффективности используется средневзвешенное значение нормы дисконта.

Например, доля заемных средств в общей сумме инвестиций составляет 40 %, остальная часть – собственные средства. Кредит получен под 721,3 % годовых, темп инфляции прогнозируется на уровне 11 %. Средневзвешенное значение нормы дисконта составит: $0,4 \cdot 0,213 + 0,6 \cdot 0,11 = 0,1512$ ($E = 15,12$ %).

В зависимости от прогнозируемых общеэкономических условий, способов учета прогнозируемой динамики цен и уровня риска проекта значения дисконта могут оставаться постоянными и меняться некоторым образом на протяжении расчетного периода рассматриваемого проекта.

Коэффициент дисконтирования при постоянной норме дисконта (E)

$$\eta_t = 1 / (1 + E)^t . \quad (3.4)$$

Если норма дисконта меняется во времени, то коэффициент дисконтирования в t -м году определяется по зависимости

$$\eta_t = 1 / \prod_{k=1}^t (1 + E_k) , \quad (3.5)$$

где \prod – знак произведения;

k – номер шага расчета при изменяющейся норме дисконта.

На практике часто используется модифицированная формула определения чистого дисконтированного дохода. При этом из состава инвестиционных затрат выделяются дисконтируемые капитальные вложения. Тогда формула для расчета ЧДД выглядит следующим образом:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{(R_t - 3_t^*)}{(1 + E)^t} - K , \quad (3.6)$$

где Z_t^* – инвестиционные затраты на t -м шаге расчета за вычетом капитальных вложений;

K – дисконтируемые капитальные вложения, определяемые по формуле

$$K = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{K_t}{(1+E)^t}, \quad (3.7)$$

где K_t – капитальные вложения на t -м шаге расчета.

Подставив значения формулы (3.7) в формулу (3.6), получим модифицированную формулу для расчета ЧДД.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{(R_t - Z_t^*)}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^{T_p} \frac{K_t}{(1+E)^t}. \quad (3.8)$$

Положительный ЧДД инвестиционного проекта означает, что ожидаемые от проекта поступления денежных средств:

- *во-первых*, возместят первоначальные и последующие капиталовложения, а также будущие эксплуатационные затраты;

- *во-вторых*, дадут необходимый уровень доходности (нормы прибыли) на вложенный капитал;

- *в-третьих*, обеспечат увеличение рыночной стоимости предприятия.

Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. Если инвестиционный проект будет осуществлен при отрицательном ЧДД, инвестор понесет убытки.

Правила принятия решения можно сформулировать следующим образом:

1) если ЧДД имеет положительное значение ($\text{ЧДД} > 0$), то проект экономически оправдан при данной норме дисконта и его можно реализовать;

2) если ЧДД имеет отрицательное значение ($\text{ЧДД} < 0$), то проект следует отклонить, так как доходность проекта ниже заданной нормы прибыли;

3) при значениях ЧДД равных нулю ($\text{ЧДД} = 0$), доходность проекта равна той минимальной норме, которая принята в качестве ставки дисконта. Таким образом, подобный проект также можно считать эффективным;

4) если сравниваются несколько проектов, то выбирается тот проект, который обеспечивает большее значение ЧДД.

Таким образом, интегральный эффект в виде ЧДД – важнейший показатель оценки эффективности проекта. Однако величина ЧДД не учитывает размеров проекта.

Внутренняя норма доходности (ВНД) тесно связана с показателем ЧДД. Она представляет собой такую ставку дисконта, при которой сумма дисконтированных эффектов от реализации дорожного проекта за определенное число лет становится равной первоначальным инвестициям, т.е. ЧДД от его реализации равен 0. Смысл расчета данного коэффициента при

анализе эффективности планируемых инвестиций заключается в следующем: ВНД показывает максимально допустимый относительный уровень расходов, которые могут быть связаны с данным проектом.

Например, рассчитаем условные значения ЧДД при норме дисконта 10 %, 15 % и 20 % (таблицы 3.2–3.4).

Таблица 3.2 – Расчет значений дисконтированных денежных потоков при $E = 10\%$

Период	1 год	2 год	3 год	4 год	Итого
Чистый денежный поток (эффект)	31000	34500	38350	40700	144550
Ставка дисконта	10	10	10	10	
Дисконтированный денежный поток: - расчет	$\frac{31000}{(1+0,1)}$	$\frac{34500}{(1+0,1)^2}$	$\frac{38350}{(1+0,1)^3}$	$\frac{40700}{(1+0,1)^4}$	
- значение	28182	28512	28813	27799	113306

$$\text{ЧДД} = 113306 - 100000 = 13306 \text{ млн руб.}$$

Таблица 3.3 – Расчет значений дисконтированных денежных потоков при $E = 15\%$

Период	1 год	2 год	3 год	4 год	Итого
Чистый денежный поток (эффект)	31000	34500	38350	40700	144550
Ставка дисконта	15	15	15	15	
Дисконтированный денежный поток: - расчет	$\frac{31000}{(1+0,15)}$	$\frac{34500}{(1+0,15)^2}$	$\frac{38350}{(1+0,15)^3}$	$\frac{40700}{(1+0,15)^4}$	
- значение	26957	26087	25216	23270	101530

$$\text{ЧДД} = 101530 - 100000 = 1530 \text{ млн руб.}$$

Таблица 3.4 – Расчет значений дисконтированных денежных потоков при $E = 20\%$

Период	1 год	2 год	3 год	4 год	Итого
Чистый денежный поток (эффект)	31000	34500	38350	40700	144550
Ставка дисконта	20	20	20	20	
Дисконтированный денежный поток: - расчет	$\frac{31000}{(1+0,2)}$	$\frac{34500}{(1+0,2)^2}$	$\frac{38350}{(1+0,2)^3}$	$\frac{40700}{(1+0,2)^4}$	
- значение	25833	23958	22193	19628	91613

$$\text{ЧДД} = 91613 - 100000 = -8387 \text{ млн руб.}$$

На основе рассчитанных значений чистого дисконтированного дохода при ставке дисконта 10 %, 15 % и 20 %, строится график (рисунок 3.1). При отражении графической зависимости ЧДД от нормы дисконта E кривая пересекает ось абсцисс в некоторой точке. Эта точка и есть ВНД.

Пользуясь графиком, определяется $\text{ВНД} = 15,72\%$ для проекта с первоначальными инвестициями 100 000 млн руб.

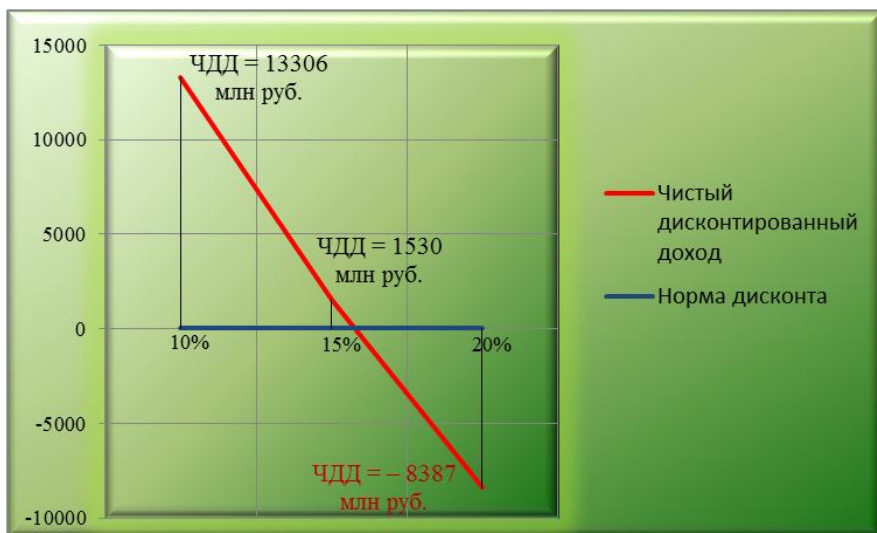


Рисунок 3.1 – Пример зависимости чистого дисконтированного дохода от нормы дисконта

Внутреннюю норму доходности инвестиций можно найти путем решения уравнения:

$$\sum_{t=0}^{T_p} \frac{R_t}{(1 + \text{ВНД})^t} - \sum_{t=0}^{T_p} \frac{Z_t^*}{(1 + \text{ВНД})^t} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{K_t}{(1 + \text{ВНД})^t}. \quad (3.9)$$

Таким образом, **внутренняя норма доходности инвестиций (ВНД)** представляет собой ставку, при которой величина разности дисконтированных результатов и затрат равна дисконтируемым капитальным вложениям за тот же период.

Внутренняя норма доходности показывает фактический уровень доходности общих инвестиционных издержек, т.е. характеризует величину чистой прибыли, приходящуюся на единицу инвестиционных вложений и определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника.

Если расчет ЧДД инвестиционного проекта дает ответ на вопрос, является ли он эффективным или нет при некоторой заданной норме дисконта (E), то ВНД проекта определяется в процессе расчета и затем сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемый капитал.

Если ВНД равна или больше требуемой инвестором нормы ($\text{ВНД} \geq E$), то вложенный в проект капитал принесет положительное значение ЧДД,

следовательно, инвестиции в данный проект оправданы, в противном случае ($ВНД < E$) – неэффективны.

С помощью внутренней нормы доходности кроме определения уровня рентабельности инвестиции есть возможность сравнить проекты разного масштаба и различной длительности.

Индекс доходности инвестиций (ИД) – относительный показатель эффективности проекта. При наличии альтернативных вариантов этот показатель используется для выбора наилучшего (при прочих равных условиях) по величине минимальных инвестиций, необходимых для получения положительного ЧДД. Индекс доходности учитывает размеры проекта и представляет собой в общем виде отношение суммы дисконтируемых эффектов к величине дисконтируемых капитальных вложений.

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^{T_p} \frac{(R_t - Z_t^*)}{(1 + E)^t}}{K} \quad (3.10)$$

Индекс доходности инвестиций также тесно связан с показателем чистого дисконтированного дохода. Если ЧДД положителен, то $ИД > 1$, и наоборот. При $ИД > 1$ инвестиционный проект считается экономически эффективным. В противном случае ($ИД < 1$) проект неэффективен.

Срок окупаемости (T_o) называется такой минимальный интервал времени от начала осуществления проекта, за пределами которого интегральный эффект (ЧДД) становится и в дальнейшем остается неотрицательным, т. е. капитальные вложения покрываются разностью результатов и текущих затрат. Расчет этого показателя может быть выполнен по формуле

$$\sum_{t=0}^{T_o} \frac{(R_t - Z_t^*)}{(1 + E)^t} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{K_t}{(1 + E)^t}, \quad (3.11)$$

где T_o – срок окупаемости (период возврата инвестиций).

Если величины денежных поступлений примерно равны по годам и величина срока окупаемости не более 5 лет, можно воспользоваться статическим методом расчета периода окупаемости по формуле

$$T_o = K_o / \text{Э}, \quad (3.12)$$

где K_o – первоначальные инвестиции;

Э – среднегодовая сумма денежных поступлений от реализации инвестиционного проекта.

Пример. Дорожно-строительный трест вкладывает в реализацию проекта по модернизации асфальтобетонного завода $K_o = 15,3$ млрд руб., а в результате эксплуа-

тации ежегодно получает $\mathcal{E}_t = 3,06$ млрд руб. дохода. Через какой временной период инвестиции окупятся за счет получаемого дохода?

По формуле (12) определим срок окупаемости вложенных денежных средств, который составит $T_0 = 15,3 : 3,06 = 5$ лет.

Одной из особенностей дорожного строительства являются неравномерные объемы работ в течении строительного сезона, что обуславливает разный уровень получаемого дохода. При этом для расчета срока окупаемости необходимо использовать кумулятивный метод, суть которого заключается в определении временного периода, при котором суммарные доходы от реализации проекта станут равны суммарным инвестициям.

Пример. Дорожно-строительный трест вкладывает в реализацию проекта по модернизации асфальтобетонного завода 15,3 млрд руб. Сумма инвестиций распределяется на несколько лет (таблица 3.5). В результате эксплуатации ежегодно обеспечивается поступление определенного дохода, нарастающего во времени в связи с увеличением объемов выпуска асфальтобетонной смеси (см. таблицу 3.5). Через какой временной период инвестиции окупятся за счет получаемого дохода?

Таблица 3.5 – Исходные данные

Денежные потоки, млрд руб.	Год								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Инвестиции	7,0	5,5	2,8	–	–	–	–	–	–
Доход	–	–	–	1,0	1,8	3,5	4,0	5,0	5,5

Для расчета срока окупаемости кумулятивным методом воспользуемся следующей формулой:

$$\sum_{t=0}^n K_t = \sum_{t=0}^{T_0} \mathcal{E}_t, \quad (3.13)$$

где K_t – инвестиции в проект в t -м временном интервале;

\mathcal{E}_t – доход от эксплуатации проекта в t -м временном интервале;

n – инвестиционный цикл (лет);

t – количество временных интервалов функционирования проекта, за которое суммарные инвестиции сравниваются с суммами дохода от эксплуатации проекта (срок окупаемости).

При этом расчет предполагает пошаговое суммирование годовых денежных поступлений до тех пор, пока результат не станет равным сумме инвестиций.

В рассматриваемом примере период окупаемости составляет 5 лет, так как за этот период (начиная с 3-го года по 7-й включительно) денежные поступления ($1,0 + 1,8 + 3,5 + 4,0 + 5,0 = 15,3$ млрд руб.) достигнут величины суммарных инвестиционных вложений ($7,0 + 5,5 + 2,8 = 15,3$ млрд руб.).

Часто бывают ситуации, когда рассчитанный срок окупаемости не кратен целому числу лет. В этом случае расчет выполняется следующим образом.

Пример. Воспользуемся исходными данными предыдущего примера, изменив годовую динамику доходов от реализации проекта (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Исходные данные

Денежные потоки, млрд руб.	Год								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Инвестиции	7,0	5,5	2,8	–	–	–	–	–	–
Доход	–	–	–	1,0	2,3	3,5	4,0	5,0	5,0

Определяется нарастающим итогом сумма денежных поступлений за целое число периодов, которая максимально близка к величине суммарных инвестиций, но не превышает их значение. По данным примера $1,0 + 2,3 + 3,5 + 4,0 = 10,8$ млрд руб. за 4 года.

Рассчитывается непокрытый поступившими доходами остаток инвестиций: $15,3 - 10,8 = 4,5$ млрд руб.

Путем деления непокрытого остатка суммарных инвестиций (4,5 млрд руб.) на величину дохода в следующем году (5,0 млрд руб.), определяется коэффициент, характеризующий долю данного периода, которая необходима для образования общей величины периода окупаемости.

Так, 4,5 млрд руб. составляют 0,9 суммы денежных поступлений на 7-м году реализации инвестиционного проекта (5,0 млрд руб.), тогда общий срок окупаемости составит $4 + 0,9 = 4,9$ лет.

Существует также графический метод определения срока окупаемости инвестиций кумулятивным методом. Процедура построения графика определения срока окупаемости, изменяющихся во времени инвестиций заключается в следующем. По оси абсцисс отражается расчетный период времени в соответствии с принятым шагом расчета (в нашем примере – годы). По оси ординат – денежные единицы в размере, соответствующем максимальной величине накопленных инвестиций и дохода. Последовательно откладывая нарастающим итогом в пределах расчетного периода инвестиции и полученные доходы, формируются две кривые, которые в определенный момент времени достигнут равного уровня денежных единиц. Проекция данной точки с кривой дохода на ось абсцисс определяет срок окупаемости инвестиций.

В рассмотренном примере срок окупаемости составляет 4,9 лет. Как следует из графика (рисунок 3.2), суммарные инвестиции (15,3 млрд руб.) сравниваются с суммой доходов от эксплуатации проекта через 4,9 лет, что полностью соответствует условию формулы (3.13).

При анализе инвестиционных проектов предпочтение отдается вариантам с короткими периодами окупаемости, т.к. в этом случае инвестиции обеспечивают поступление доходов на более ранних стадиях, обеспечивается более высокая ликвидность вложенных средств, а также уменьшается отрезок времени, в котором инвестиции подвергаются риску невозвращения.

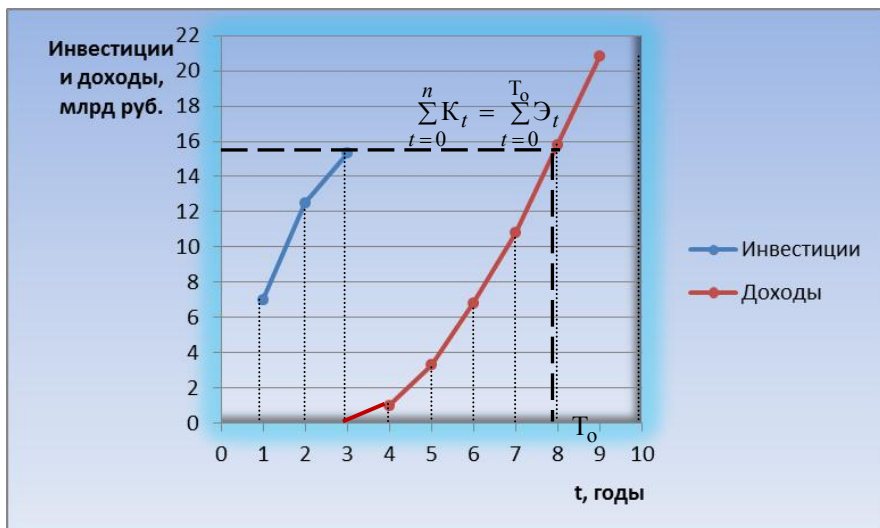


Рисунок 3.2 – График определения срока окупаемости инвестиций

Рассмотрим пример расчета срока окупаемости двух инвестиционных проектов методом, основанным на дисконтировании всех доходов и расходов. Потоки доходов и инвестиционные затраты по вариантам представлены в таблице 3.7. Из формулы (3.11) следует, что период окупаемости с учетом дисконтирования текущих доходов и расходов равен такому периоду, при котором его ЧДД = 0. Определим ЧДД проекта для различных периодов его использования, полагая, что ставка дисконта $E = 10\%$.

Таблица 3.7 – Исходные данные по проектам А и Б

Инвестиционные проекты	А	Б
Инвестиционные затраты (млн руб.)	-1800	-1800
Период	Показатели	
1	800	200
2	700	250
3	600	600
4	250	700
5	200	800

Так, для периода в один год для предприятия А ЧДД составит

$$\text{ЧДД}(A) = -1800 + \frac{800}{1 + 0,1} = -1000 \text{ млн руб.}$$

Для предприятия Б, когда t составляет два года,

$$\text{ЧДД}(A) = -1800 + \frac{200}{1 + 0,1} + \frac{250}{(1 + 0,1)^2} = -1412 \text{ млн руб.}$$

Результаты аналогичных расчетов для предприятий А и Б при различных значениях t представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Чистый дисконтированный доход проектов А и Б в зависимости от периода их реализации

В миллионах рублей		
Период реализации проекта	Проект А	Проект Б
1	-1000	-1600
2	-494	-1412
3	-43	-961
4	127	-483
5	252	14

Данные таблицы 3.8 показывают, что дисконтированный период окупаемости для проекта А превышает 3 года, а для проекта Б – 4 года.

Точнее показатели определяются, используя методику расчета срока окупаемости кумулятивным методом:

$$\text{- для проекта А} - 3 + \frac{43}{(127 + 43)} = 3,25 \text{ года;}$$

$$\text{- для проекта Б} - 4 + \frac{483}{(483 + 14)} = 4,97 \text{ года.}$$

По полученным значениям делается вывод, что проект А более предпочтителен для инвестора, поскольку он имеет меньший дисконтированный период окупаемости.

Однако, показатель срока окупаемости, следует использовать не в качестве критерия выбора инвестиционного проекта, а лишь в виде ограничения при принятии решения. Проекты дорожного строительства преследуют долгосрочные социально-экономические цели и, как правило, характеризуются длительным сроком окупаемости. Поэтому длительный срок окупаемости некоммерческих проектов не снижает уровня их эффективности. Однако, основной недостаток срока окупаемости как показателя эффективности капитальных вложений в строительство автомобильных дорог, заключается в том, что он учитывает только начальные денежные потоки, именно те, которые укладываются в период окупаемости и не учитывает весь период функционирования производства и, следовательно, на него не влияют доходы, которые будут получены за пределами срока окупаемости.

Так, если бы в рамках второго проекта Б в последний год поток составил, например, 1 млрд руб., то результат расчета дисконтированного периода окупаемости не изменился бы, хотя совершенно очевидно, что проект станет в это случае гораздо привлекательнее.

Инвесторы могут сравнивать срок окупаемости с некоторым принятым граничным значением, и если он выше требуемого ($T_o > T_n$), то инвестиционный проект исключается из состава рассматриваемых.

3.5 Показатели сравнительной экономической эффективности инвестиций

Для сравнения вариантов инвестиционных проектов используются следующие **показатели сравнительной экономической эффективности**: сравнительный интегральный эффект; приведенные строительно-эксплуатационные расходы; срок окупаемости дополнительных инвестиций.

Как правило, проекты характеризуются различными показателями капитальных вложений K_1 и K_2 и годовых текущих (эксплуатационных) затрат C_1 и C_2 . Это усложняет процесс отбора наилучшего варианта инвестиционных вложений в рассматриваемые проекты. При этом могут возникать следующие варианты: $K_1 = K_2$; $K_1 > K_2$ и $K_1 < K_2$; $C_1 = C_2$; $C_1 > C_2$ и $C_1 < C_2$. Например, капитальные вложения для одного из вариантов больше, чем для другого ($K_1 > K_2$), но текущие затраты по этому варианту ниже ($C_1 < C_2$), что означает большие вложения инвестиций на первоначальном этапе строительства, которые в последствии компенсируются экономией текущих затрат.

Предположим, что дорожно-строительному управлению требуется модернизировать асфальтобетонный завод для выпуска модифицированных асфальтобетонных смесей. При этом капитальные вложения в рассматриваемые варианты (предположим, что их два: покупка новой асфальтосмесительной установки или дооборудование существующей) различны и влияют на себестоимость выпускаемых асфальтобетонных смесей. Перед предприятием встает вопрос, какой из этих вариантов наиболее предпочтителен с точки зрения затратного критерия?

В общем виде себестоимость произведенной продукции определяется следующей формулой:

$$C = Z_T + KN_a, \quad (3.14)$$

где C – себестоимость годового объема производства продукции;

Z_T – годовые текущие затраты по производству продукции;

K – капитальные вложения в основные производственные фонды предприятия;

N_a – годовая норма амортизации основных производственных фондов.

Графически зависимость уровня себестоимости продукции от величины капитальных вложений представлена на рисунке 3.3.

Как показывает практика, текущие затраты с увеличением фондоемкости производства с применением прогрессивной технологии имеют тенденцию к сокращению (кривая Z_T , имеющая вид гиперболы). В свою очередь амор-

тизационные отчисления растут прямо пропорционально капитальным вложениям в основные производственные фонды (кривая $КН_a$). Если просуммировать обе составляющие себестоимости, то закономерность ее изменения по мере насыщения производства основными фондами будет иметь вид кривой C , которая вначале показывает падение текущих затрат до определенного уровня, а затем их рост.

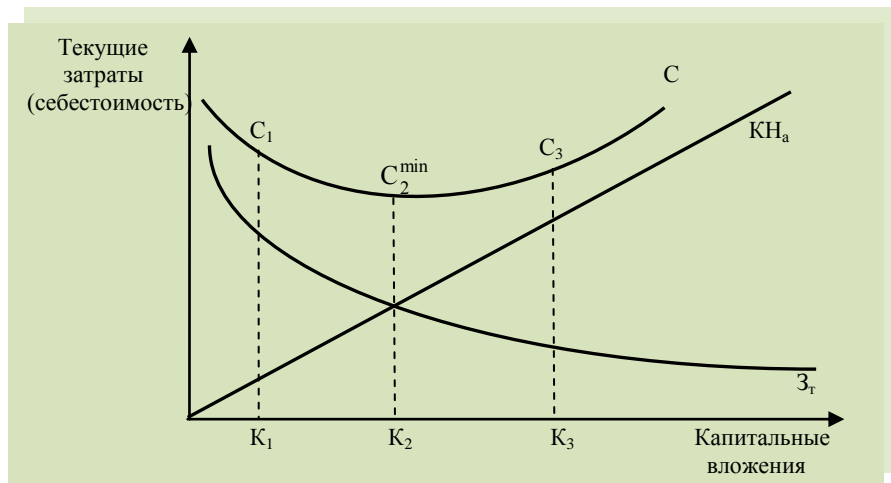


Рисунок 3.3 – График взаимосвязи текущих затрат и капитальных вложений при определении себестоимости продукции

Рассмотрим несколько вариантов капитальных вложений в производство (K_1 , K_2 , K_3). Пользуясь графиком на рисунке 3.3, определяем, что величине K_2 соответствует минимальное значение себестоимости выпускаемой продукции C_2^{\min} . В точках K_1 и K_3 себестоимость продукции, соответственно C_1 и C_3 , несколько выше, чем в точке K_2 . По значения K_1 и K_3 наиболее конкурентоспособным варианту со значением K_2 является первый вариант, так как несмотря на несколько большее значение себестоимости ($C_1 > C_3$) капитальные вложения значительно меньше ($K_1 < K_3$). Вариант K_3 проигрывает остальным вариантам и в себестоимости, и по капитальным вложениям и поэтому не представляет интереса для инвестора.

Таким образом, вариант K_2 выступает в качестве правой границы сравниваемых вариантов эффективности капитальных вложений. Все варианты лежащие левее этой границы, представляют экономический интерес и должны рассматриваться при сравнении и выборе лучшего инвестиционно-го проекта.

Итак, если внедрить вариант K_2 (приобрести новую, более современную асфальтосмесительную установку на АБЗ), то можно за год сэкономить на себестоимости продукции за счет снижения текущих затрат. Эта экономия ($C_1 - C_2$) показывает, какой эффект получит дорожно-строительное управление (ДСУ), если реализует вариант K_2 . Однако при этом ДСУ будет иметь не только эффект, за счет снижения себестоимости, но и большие затраты в форме капитальных вложений, которые составят $K_2 - K_1$. То есть, внедрение варианта K_2 требует дополнительных капитальных вложений.

Целесообразность дополнительных затрат оценивается с помощью показателей срока окупаемости дополнительных инвестиций и коэффициента сравнительной экономической эффективности дополнительных капитальных вложений.

Срок окупаемости дополнительных инвестиций ($T_0^{\text{доп}}$) соответствует временному периоду, за который дополнительные инвестиционные вложения на более дорогостоящий вариант окупаются вследствие прироста экономических результатов, обусловленных реализацией инвестиций.

При сравнении двух вариантов срок окупаемости дополнительных инвестиций определяется из равенства

$$\sum_{t=0}^{T_0^{\text{доп}}} [(R_{t,2} - Z_{t,2}) - (R_{t,1} - Z_{t,1})] \eta_t = \sum_{t=0}^{T_0^{\text{доп}}} (K_{t,1} - K_{t,2}) \eta_t, \quad (3.15)$$

где $R_{t,1}, R_{t,2}$ – экономический результат инвестиционных вложений по первому или второму варианту в t -й год;

$Z_{t,1}, Z_{t,2}$ – затраты по первому или второму варианту в t -й год;

$K_{t,1}, K_{t,2}$ – потребные инвестиции (капитальные вложения) в реализацию первого или второго варианта проекта в t -й год.

Если дополнительные инвестиционные вложения в более капиталоемкий вариант окупаются за счет прироста экономического эффекта от реализации более дорогого варианта, то срок окупаемости дополнительных инвестиций может определяться из равенства

$$\sum_{t=0}^{T_0^{\text{доп}}} (\mathcal{E}_{t,1} - \mathcal{E}_{t,2}) \eta_t = \sum_{t=0}^{T_0^{\text{доп}}} (K_{t,1} - K_{t,2}) \eta_t, \quad (3.16)$$

где $\mathcal{E}_{t,1}, \mathcal{E}_{t,2}$ – эффект в t -м году от реализации первого или второго варианта инвестиционного проекта.

Если сравниваемые варианты отличаются только текущими затратами по производству продукции или эксплуатационными расходами и инвестици-

онными вложениями, то срок окупаемости дополнительных инвестиций находится из уравнения

$$\sum_{t=0}^{T_0^{\text{доп}}} (C_{t,2} - C_{t,1}) \eta_t = \sum_{t=0}^{T_0^{\text{доп}}} (K_{t,1} - K_{t,2}) \eta_t, \quad (3.17)$$

где $C_{t,1}$, $C_{t,2}$ – текущие затраты по производству продукции или эксплуатационные расходы по первому или второму варианту в t -й год.

Если инвестиционные вложения по сравниваемым вариантам являются одноэтапными, а также при постоянных во времени эффекте ($\mathcal{E}_{t,1}$ и $\mathcal{E}_{t,2}$), экономических результатах ($R_{t,1}$ и $R_{t,2}$) и затратах ($\mathcal{Z}_{t,1}$ и $\mathcal{Z}_{t,2}$), срок окупаемости дополнительных инвестиций может определяться следующим образом:

$$T_0^{\text{доп}} = \lg[1 - [(K_1 - K_2)/(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2) - 1]E] / \lg(1 + E), \quad (3.18)$$

где K_1, K_2 – инвестиционные вложения в первый или второй варианты проекта;

$\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$ – годовой экономический эффект от эксплуатации первого или второго варианта проекта;

E – постоянная норма дисконта или дохода на капитал, в качестве которой могут быть приняты ожидаемая эффективность создаваемого производства, ставка платы за кредит или ставка банковского процента, ставка рефинансирования в зависимости от рассматриваемого случая.

$$T_0^{\text{доп}} = - \frac{\lg \left[1 - \left(\frac{K_1 - K_2}{R_2 - \mathcal{Z}_2 - R_1 + \mathcal{Z}_1} - 1 \right) E \right]}{\lg(1 + E)}, \quad (3.19)$$

где R_1, R_2 – годовые затраты по первому или второму вариантам;

$\mathcal{Z}_1, \mathcal{Z}_2$ – годовые затраты по сравниваемым вариантам.

Если отсутствует необходимость в дисконтировании денежных потоков (небольшой расчетный период)

$$T_0^{\text{доп}} \approx \frac{K_1 - K_2}{(R_2 - \mathcal{Z}_2) - (R_1 - \mathcal{Z}_1)}. \quad (3.20)$$

Если экономические результаты инвестирования отличаются по вариантам только текущими затратами по производству продукции или эксплуатационными расходами, то зависимости (3.19) и (3.20) приобретают вид

$$T_0^{\text{доп}} = - \frac{\lg \left[1 - \left(\frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} - 1 \right) E \right]}{\lg(1 + E)}, \quad (3.21)$$

где C_1, C_2 – текущие затраты по производству продукции или эксплуатационные расходы по первому или второму варианту.

$$T_0^{\text{доп}} \approx \frac{K_1 - K_2}{(C_2 - C_1)}. \quad (3.22)$$

Для выбора варианта расчетное значение срока окупаемости дополнительных вложений ($T_0^{\text{доп}}$) сравнивают с его нормативным значением ($T_H = 1/E$), приемлемым для инвестора. Дополнительные инвестиции в капиталоемкий вариант оправданны лишь тогда, когда расчетный срок их окупаемости ниже приемлемого значения. Т. е. если $T_0^{\text{доп}} < T_H$, то выбирается более капиталоемкий вариант, если $T_0^{\text{доп}} > T_H$, то принимается более ресурсоемкий вариант.

Величина, обратная сроку окупаемости дополнительных инвестиций, представляет собой коэффициент эффективности дополнительных инвестиций, или *коэффициент сравнительной эффективности инвестиций* ($\Theta_{\text{ср}}$). Данный коэффициент показывает, какой эффект в виде превышения годовых экономических результатов над затратами образуется при увеличении инвестиций на единицу. Согласно (3.19) и (3.20) данный показатель определяется по формуле

$$\Theta_{\text{ср}} = \frac{(R_2 - Z_2) - (R_1 - Z_1)}{K_1 - K_2}, \quad (3.23)$$

или

$$\Theta_{\text{ср}} = \frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2}. \quad (3.24)$$

Расчетное значение коэффициента эффективности ($\Theta_{\text{ср}}$) сравнивается со значением (E), соответствующим удовлетворяющей инвестора норме дохода на капитал. При $\Theta_{\text{ср}} > E$ реализуется инвестиционноемкий вариант, в противном случае – ресурсоемкий.

Как правило, на практике при сравнении вариантов проектных решений рассматриваются более двух альтернативных вариантов. При простом переборе множества вариантов теряется рейтинг каждого из них. В этом случае целесообразно в качестве критерия сравнительной экономической эффективности дополнительных инвестиций использовать критерий приведенных затрат.

Если преобразовать формулу коэффициента сравнительной эффективности инвестиций (3.24), то условие выгодности выбора наиболее капиталоемкого варианта K_1 , которому соответствуют наименьшие суммарные затраты, можно представить в следующем виде

$$\frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2} > E \Rightarrow C_2 - C_1 > E(K_1 - K_2) \Rightarrow C_2 + EK_2 > C_1 + EK_1.$$

Отсюда в случае одноэтапных инвестиций, постоянной величины текущих затрат и отсутствия необходимости дисконтирования денежных потоков *годовые приведенные затраты* ($Z_{\text{прив}}^F$) рассчитываются по формуле

$$Z_{\text{прив}}^F = Z + EK_0, \quad (3.25)$$

где Z – годовые эксплуатационные (текущие) затраты;

K_0 – единовременные инвестиционные затраты.

Суммарные затраты выбранного варианта должны быть минимальны.

Если сравниваемые варианты имеют одинаковый объем выполненных работ (доход) и отличаются друг от друга только размерами необходимых инвестиций (капитальными вложениями) и эксплуатационными расходами (текущими затратами), то наиболее эффективное решение будет отвечать минимуму приведенных строительно-эксплуатационных расходов ($Z_{\text{прив}}$)

Приведенные строительно-эксплуатационные расходы в общем случае рассчитываются по формуле

$$Z_{\text{прив}} = \sum_{t=0}^{T_p} K_t \eta_t + (1 - \alpha) \sum_{t=0}^{T_p} C_t \eta_t, \quad (3.26)$$

где K_t – инвестиционные вложения в t -м году;

α – доля налоговых отчислений от прибыли;

C_t – текущие затраты по производству (строительно-монтажных работ) продукции или эксплуатационные расходы в t -м году.

Если инвестиции поступают из государственного бюджета или приведенные затраты рассчитываются для оценки народнохозяйственной сравнительной эффективности, $\alpha = 0$.

При этом в случае изменения эксплуатационных расходов во времени по линейному закону и одноэтапных инвестициях зависимость (3.26) приобретает вид

$$Z_{\text{прив}} = K_0 + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{(C_0 + bt)}{(1 + E)^t} \approx K_0 + \int_0^{\infty} \frac{(C_0 + bt)dt}{(1 + E)^t} \approx K_0 + \frac{C_p}{E}, \quad (3.27)$$

где C_0 – начальные эксплуатационные расходы;

b – параметр, характеризующий годовой прирост эксплуатационных расходов;

C_p – эксплуатационные затраты в t_p -й год ($t_p = 1/E$).

Приведенные затраты являются частным случаем сравнительного интегрального эффекта. **Сравнительный интегральный эффект** $\Delta \mathcal{E}_{\text{инт}}$ характеризует дополнительную величину интегрального эффекта, полученную от реализации проекта, по сравнению с другими.

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{инт}} = \sum_{t=1}^{T_p} \Delta P_t \cdot \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} \Delta Z_t \cdot \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} \Delta K_t \cdot \eta_t, \quad (3.28)$$

где T_p – расчетный период сравнения вариантов;

t – текущий расчетный шаг (месяц, год);

ΔP_t – разница результатов по сравниваемым вариантам реализации инвестиций на t -м шаге расчета;

ΔZ_t – разница текущих затрат по сравниваемым вариантам реализации инвестиций на t -м шаге расчета;

ΔK_t – разница инвестиционных затрат по сравниваемым вариантам реализации инвестиций на t -м шаге расчета.

Данный показатель определяется с учетом только различающихся по вариантам составляющих затрат. Критерием выбора варианта служит максимальная величина сравнительного интегрального эффекта.

3.6 Выбор проектного решения с учетом срока строительства автомобильной дороги

Оптимальная продолжительность строительства обосновывается путем сравнения вариантов организации строительства с учетом изменения части затрат (по эксплуатации машин, по временным зданиям и сооружениям и др.) от срока строительства. Варьирование организационно-технологических схем заключается во введении разного по сменности режима работы, увеличении количества бригад на отдельных видах работ, изменении последовательности включения захваток в работу потока.

Для сравнения и выбора вариантов организации строительства используются показатели сравнительной величины интегрального эффекта и приведенные затраты.

Сравнительная величина интегрального эффекта $\Delta \mathcal{E}_{\text{инт}}$ характеризует дополнительную величину интегрального эффекта, полученную от реализации проекта по выбранной организационно-технологической схеме, по сравнению с другими и рассчитывается по формуле (3.28).

Критерием выбора варианта служит максимальная величина сравнительного интегрального эффекта.

Наиболее эффективное решение будет соответствовать минимуму значения *приведенных затрат*, рассчитанных по формуле (3.26), с учетом экономического эффекта от сокращения продолжительности строительства объекта.

На уровень эффективности организационно-технологической схемы строительства автомобильной дороги с продолжительностью T_p и одинаковой величиной инвестиционных затрат для сравниваемых вариантов оказывают влияние затраты дорожно-строительных организаций, связанные с организацией производства и распределением инвестиционных затрат в пределах расчетного периода. При этом затраты на реализацию каждого j -го варианта организационно-технологической схемы строительства автомобильной дороги с продолжительностью T_p

$$Z_j = \sum_{t=1}^{T_p} (K_t + E_n KB_t + Z_{\text{ост}t}) \eta_t, \quad (3.29)$$

где E_n – норматив эффективности использования капитальных вложений, $E_n = 0,1$;

KB_t – среднегодовые капиталовложения в основные производственные фонды дорожной организации, относимые на строящийся объект в t -м году;

$Z_{\text{ост}t}$ – затраты дорожно-строительной организации, связанные с организацией строительства объекта в t -м году.

Годовые объемы инвестиционных затрат, в т. ч. освоения сметной стоимости и другие затраты определяются в зависимости от организационно-технологической схемы строительства объекта.

Укрупненные значения сметной стоимости выполнения отдельных видов работ представлены в приложении Г.

Капитальные вложения в основные производственные фонды дорожной организации зависят от балансовой стоимости дорожных машин, оборудования, транспортных средств и от фактического времени их работы на строительстве объекта:

$$KB_t = \Phi_6 \frac{T_\phi}{T_n}, \quad (3.30)$$

где Φ_6 – балансовая (восстановительная) стоимость дорожных машин, оборудования и транспортных средств, занятых на строительстве объекта, руб.;

T_ϕ – время работы дорожных машин, оборудования и транспортных средств, предусмотренное в проекте организации строительства, маш·см;

T_n – среднегодовое нормативное (плановое) время работы дорожных машин, оборудования и транспортных средств, маш·см.

При укрупненных расчетах принимается $KB_t = 0,7K_t$.

Расходы дорожно-строительной организации, связанные с организацией строительства объекта и зависящие от срока строительства объекта, включают затраты:

- по эксплуатации машин и механизмов, при необходимости привлекаемых для обеспечения выполнения соответствующих видов работ при меньшей их продолжительности (*a*);

- на временные здания и сооружения (при необходимости строительства) (*b*);

- на передислокацию дополнительных производственных ресурсов на участок строительства (*c*).

При отсутствии детальных расчетов вышеприведенных затрат для приближенных расчетов используются их величины в процентах от сметной стоимости строительства (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Корректирующие коэффициенты к сметной стоимости строительства автомобильной дороги при изменении его продолжительности

Затраты, связанные с организацией строительства объекта, %	Изменение продолжительности строительства по сравнению с нормативной, %			
	до 10	до 20	до 30	до 40
<i>a</i>	1,0	2,3	4,5	6,9
<i>b</i>	0,3	0,6	1,2	1,9
<i>c</i>	0,6	1,4	2,9	4,6

Экономическая эффективность от сокращения продолжительности строительства объекта достигается также за счет снижения уровня общепроизводственных и общехозяйственных расходов (ОПиОХР) и высвобождения части основных производственных фондов, которые могут быть задействованы на других объектах (формула (3.31)).

$$\Delta Y = Y_{\pi} + Y_{\phi}, \quad (3.31)$$

где Y_{π} – показатель экономии от сокращения условно-постоянной части ОПиОХР строительной организации, зависящих от продолжительности строительства;

Y_{ϕ} – эффект от ускорения высвобождения основных производственных фондов.

Снижение величины ОПиОХР в результате сокращения продолжительности строительства образуется в результате сокращения административно-хозяйственных расходов, износа временных нетитульных сооружений, объемов социально-бытовых услуг, затрат на содержание охраны, проектной группы и т.д.

Экономия ОПиОХР дорожно-строительной организации в связи с сокращением продолжительности строительства объекта в результате различных организационно-технологических схем при неизменных инвестиционных затратах

$$Y_{\pi} = P_{\text{ОПиОХР}} \left(1 - \frac{T_p}{T_{p6}} \right), \quad (3.32)$$

где $P_{\text{ОПиОХР}}$ – условно-постоянная часть ОПиОХР по базовому варианту, руб.;

T_{p6}, T_p – продолжительность строительства соответственно по базовому и конкурирующему вариантам в сопоставимых единицах измерения.

В качестве базового принимается вариант с наибольшей или нормативной продолжительностью.

Условно-постоянная часть ОПиОХР дорожно-строительной организации при усредненных расчетах

$$P_{\text{ОПиОХР}} = (0,01q + 0,15m + 0,5n)K_t / 100, \quad (3.33)$$

где 0,01; 0,15 и 0,5 – доля условно-постоянных затрат соответственно в расходах на материалы, по эксплуатации машин и оборудования и в общепроизводственных и общехозяйственных расходах;

q, m, n – коэффициенты, определяющие структуру сметной себестоимости строительно-монтажных работ (соответственно затраты на материалы, по эксплуатации строительных машин и оборудования и общепроизводственные и общехозяйственные расходы), %.

В укрупненных расчетах значения коэффициентов q, m, n могут приниматься соответственно равными 0,6; 0,08 и 0,14.

При сокращении срока строительства часть основных производственных фондов дорожной организации высвобождается и используется для производства работ, оказания услуг на других объектах, формируя эффект от выпуска дополнительной продукции за период сокращения продолжительности строительства. Эффект от ускорения высвобождения основных производственных фондов рассчитывается по формуле

$$Y_{\Phi} = E_n (K_{\sigma} \Phi_0 T_{p\sigma} - K_p \Phi_0 T_p), \quad (3.34)$$

где K_{σ}, K_p – сметная стоимость строительства объекта, соответственно по базовому и конкурирующему вариантам;
 Φ_0 – коэффициент фондоемкости, $\Phi_0 = 0,7$.

Экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве от реализации проекта по выбранной организационно-технологической схеме,

$$\Theta = \left(\sum_{t=1}^{T_{p\sigma}} Z_{\sigma_t} \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} Z_{p_t} \eta_t \right) \pm \Delta Y, \quad (3.35)$$

где Z_{σ_t} и Z_{p_t} – затраты на реализацию соответственно базового и конкурирующего вариантов организационно-технологической схемы строительства автомобильной дороги.

Пример определения оптимальной продолжительности строительства автомобильной дороги.

Длина автомобильной дороги составляет 13 км. Техническая категория – III. Рассматривается три возможных варианта организации строительства автомобильной дороги. Нормативная продолжительность строительства составляет 16,8 месяца. В качестве первого конкурирующего варианта принимается вариант со сроком строительства 15,5 месяцев (вводится 2-сменный режим на работах по устройству дорожной одежды). В качестве второго конкурирующего варианта принимается вариант со сроком строительства 11 месяцев (вводится 2-сменный режим на работах по возведению земляного полотна и устройству дорожной одежды).

Сметная стоимость строительства по видам основных работ составляет:

- подготовительные работы – 12 455 763,3 тыс. руб.;
- строительство искусственных сооружений – 2 151 850,1 тыс. руб.;
- земляные работы – 56 587 056,2 тыс. руб.;
- дорожная одежда – 50 132 870,9 тыс. руб.;
- обустройство дороги – 11 855 526,6 тыс. руб.;
- итого сметная стоимость строительства – 133 183 067,1 тыс. руб.

Расчеты производятся по формулам (3.29)–(3.35) в таблицах 3.10 и 3.11.

Наиболее эффективен второй конкурирующий вариант организационно-технологической схемы со сроком строительства 11 месяцев.

Таблица 3.10 – Расчет приведенных затрат по вариантам организации строительства

В тысячах рублей

Показатель	Базовый вариант								
	Всего	Квартал							
		I	II	III	IV	I	II	III	
Сметная стоимость строительства K_t	133 183 067,1	–	13 067 563,8	52 024 580,1	6 102 525,7	–	32 995 319,2	28 993 078,3	
Сметная стоимость с учетом дополнительных затрат $K_t + Z_{oc_t}$	133 183 067,1	–	13 067 563,8	52 024 580,1	6 102 525,7	–	32 995 319,2	28 993 078,3	
Стоимость основных производственных фондов (ОПФ) $E_H (K_t + Z_{oc_t}) \cdot 0,7$	9 322 814,7	–	914 729,5	3 641 720,6	427 176,8	–	2 309 672,3	2 029 515,5	
Сумма затрат	142 505 881,8	–	13 982 293,3	55 666 300,7	6 529 702,5	–	35 304 991,5	31 022 593,8	
Коэффициент дисконтирования η_t		–	1,000	0,810	0,656	–	0,430	0,348	
Затраты на реализацию принятого варианта организации строительства Z_j	89 332 490,2	–	13 982 293,3	45 089 703,6	4 283 484,8	–	15 181 146,3	10 795 862,6	

I вариант								
Сметная стоимость K_t	133 183 067,1	–	13 067 563,8	52 024 580,1	6 102 525,7	–	47 117 199,1	14 871 198,4
Дополнительные затраты Z_{oc_t}	2 530 478,3	–	248 283,7	988 467,0	115 948,0	–	895 226,8	282 552,8
В т.ч.:								
эксплуатация машин и механизмов a (1 %)	1 331 830,7	–	130 675,6	520 245,8	61 025,3	–	471 172,0	148 712,0
временные здания и сооружения b (0,3 %)	399 549,2	–	39 202,7	156 073,7	18 307,6	–	141 351,6	44 613,6
передислокация c (0,6 %)	799 098,4	–	78 405,4	312 147,5	36 615,2	–	282 703,2	89 227,2
Сметная стоимость с учетом дополнительных затрат $K_t + Z_{oc_t}$	135 713 545,4	–	13 315 847,5	53 013 047,1	6 218 473,7	–	48 012 425,9	15 153 751,2
Стоимость ОПФ $E_H (K_t + Z_{oc_t}) \cdot 0,7$	9 499 948,2	–	932 109,3	3 710 913,3	435 293,2	–	3 360 869,8	1 060 762,6
Сумма затрат	145 213 493,6	–	14 247 956,8	56 723 960,4	6 653 766,8	–	51 373 295,7	16 214 513,8
Коэффициент дисконтирования η_t		–	1,000	0,810	0,656	–	0,430	0,348
Затраты на реализацию принятого варианта организации строительства Z_j	92 268 125,2	–	14 247 956,8	45 930 332,3	4 362 482,2	–	22 083 586,0	5 643 767,9

Окончание таблицы 3.10

Показатель	II вариант				
	Всего	Квартал			
		I	II	III	IV
Сметная стоимость K_t	133 183 067,1	17 723 431,5	53 984 165,9	55 595 627,3	5 879 842,4
Дополнительные затраты Z_{oc_t}	17 846 531,0	2 374 939,8	7 233 878,2	7 449 814,1	787 898,9
В т.ч.:					
эксплуатация машин и механизмов a (6,9 %)	9 189 631,6	1 222 916,8	3 724 907,4	3 836 098,3	405 709,1
временные здания и сооружения b (1,9 %)	2 530 478,3	336 745,2	1 025 699,2	1 056 316,9	111 717,0
передислокация c (4,6 %)	6 126 421,1	815 277,8	2 483 271,6	2 557 398,9	270 472,8
Сметная стоимость с учетом дополнительных затрат $K_t + Z_{oc_t}$	151 029 598,1	20 098 371,3	61 218 044,1	63 045 441,4	6 667 741,3
Стоимость ОПФ $E_H (K_t + Z_{oc_t}) \cdot 0,7$	10 572 071,9	1 406 886,0	4 285 263,1	4 413 180,9	466 741,9
Сумма затрат	161 601 670,0	21 505 257,3	65 503 307,2	67 458 622,3	7 134 483,2
Коэффициент дисконтирования η_t		1,000	0,810	0,656	0,531
Затраты на реализацию принятого варианта организации строительства Z_j	122 560 587,6	21 505 257,3	53 039 115,2	44 228 636,6	3 787 578,5

Таблица 3.11 – Расчет экономического эффекта от сокращения продолжительности строительства

В тысячах рублей

Эффект	I вариант	II вариант
От ускорения высвобождения основных производственных фондов Y_{ϕ}	12 119 659,1	54 072 325,2
От сокращения условно-постоянной части общепроизводственных и общехозяйственных расходов Y_{Π}	9 069,0	40 462,5
Суммарный эффект Э	9 193 093,1	20 884 690,3

4 РАСЧЕТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОЙ ТЕХНИКИ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

4.1 Определение экономической эффективности применения новых строительных материалов и совершенствования конструктивных решений

При выполнении расчетов экономической эффективности применения более совершенных проектных решений по строительству автомобильных дорог с использованием новых строительных материалов и конструкций необходимо обеспечить условие сопоставимости вариантов. Это требует, чтобы сравниваемые материалы, изделия и конструкции имели одинаковое назначение, равную степень готовности к эксплуатации, были запроектированы в соответствии с действующими нормативными документами и предназначались для одних условий и режимов эксплуатации.

Особенностью экономической оценки при решении такого рода задач является необходимость расчета затрат на трех уровнях: производства материалов, изделий и конструкций, строительства и эксплуатации объекта.

Годовой экономический эффект (\mathcal{E}) от применения новых строительных материалов рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = [(Z_{\text{прив } \delta}^{\text{и}} + Z_{\text{прив } \delta}^{\text{стр}}) K_{\text{сл}} + \mathcal{E}_{\text{экс}} - (Z_{\text{прив } \text{н}}^{\text{и}} + Z_{\text{прив } \text{н}}^{\text{стр}})] V_{\text{смп}}, \quad (4.1)$$

где $Z_{\text{прив } \delta}^{\text{и}}$, $Z_{\text{прив } \text{н}}^{\text{и}}$ – приведенные затраты на изготовление материалов, изделий и конструкций, включая затраты по транспортировке на строительную площадку, соответственно по базовому и новому вариантам на единицу измерения, руб.;

$K_{\text{сл}}$ – коэффициент изменения срока службы предлагаемого конструктивного решения по сравнению с базовым вариантом;

$\mathcal{E}_{\text{экс}}$ – экономический эффект от эксплуатации автомобильной дороги с конструктивными слоями из новых материалов, конструкций и изделий за срок их службы, руб.;

$Z_{\text{прив } \delta}^{\text{стр}}$, $Z_{\text{прив } \text{н}}^{\text{стр}}$ – приведенные затраты на производство строительно-монтажных работ на объекте (без учета стоимости материалов, конструкций и изделий), соответственно по базовому и новому вариантам на единицу измерения, руб.;

$V_{\text{смп}}$ – объем строительно-монтажных работ с применением новых материалов, конструкций и изделий, натуральные единицы измерения.

С помощью коэффициента $K_{\text{сл}}$ учитываются затраты на повторные обновления менее долговечных материалов, конструкций и изделий за период срока службы материалов, конструкций и изделий большей долговечности. Указанный коэффициент рассчитывается по формуле

$$K_{\text{сл}} = \frac{P_{\text{б}} + E}{P_{\text{н}} + E}, \quad (4.2)$$

где $P_{\text{б}}$ и $P_{\text{н}}$ – доли сметной стоимости строительных материалов, конструкций и изделий в расчете на 1 год их службы соответственно по базовому и новому вариантам, определяемые в зависимости от сроков службы.

Доля сметной стоимости строительных материалов, конструкций и изделий в расчете на 1 год их службы рассчитывается по формуле

$$P = \frac{E}{(1 + E)^{T_{\text{сл}}} - 1}, \quad (4.3)$$

где $T_{\text{сл}}$ – срок службы материалов, конструкций и изделий.

При определении приведенных затрат на изготовление материалов, конструкций и изделий учитываются себестоимость их приготовления и капитальные вложения в производственную базу $C_{\text{м}}$, которые рассчитываются по формуле

$$C_{\text{м}} = \sum_{i=1}^m Q_i K_i, \quad (4.4)$$

где Q_i – потребность в i -м виде материалов, конструкций и изделий по сравниваемым вариантам на принятый расчетный измеритель работ в натуральном выражении;

K_i – удельные капитальные вложения в производство i -го вида материалов, конструкций и изделий.

Расход основных материалов и масса конструкций для типовых вариантов конструктивных слоев автомобильных дорог и дорожных сооружений определяется на основе поперечного профиля с использованием нормативов расхода ресурсов (НРР). Для индивидуальных вариантов конструктивных решений, нормы расходов материалов на которые отсутствуют в НРР, потребность в материалах, конструкциях и изделиях определяется расчетом по чертежам проекта. При этом учитываются потери материалов при транспортировке и различие их по плотности в составе конструктивных слоев автомобильных дорог.

При сравнении вариантов использования в дорожном строительстве ранее применяемых материалов, конструкций и изделий, на которые установлены отпускные цены организаций-изготовителей и цены подсобного производства подрядных организаций, согласованные в установленном порядке, в расчетах вместо приведенных затрат $Z_{\text{прив}}^{\text{и}}$ может приниматься сметная цена франко-приобъектный склад строительства, которая включает оптовую (отпускную) цену, наценку снабженческо-сбытовых организаций, стоимость тары и реквизита, заготовительно-складские расходы, расходы, связанные с доставкой материалов на строительную площадку.

Стоимость новых материалов, конструкций и изделий на которые отсутствуют утвержденные цены, определяется расчетом с составлением калькуляции расчетной стоимости их приготовления.

Экономический эффект от эксплуатации автомобильной дороги с конструктивными слоями из новых материалов, конструкций и изделий за срок их службы определяется по формуле

$$\Theta_{\text{экс}} = \frac{\sum_{t=0}^{T_{\text{сл}}} \Delta Z_{\text{экс}_t} \eta_t - \sum_{t=0}^{T_{\text{сл}}} \Delta K_{\text{экс}_t} \eta_t}{P_{\text{н}} + E}, \quad (4.5)$$

где $\Delta Z_{\text{экс}_t}$ – разница годовых эксплуатационных затрат на единицу конструктивного элемента автомобильной дороги или дорожного сооружения или объект в целом по сравниваемым вариантам на t -м шаге расчета;

$\Delta K_{\text{экс}_t}$ – разница сопутствующих капитальных вложений при эксплуатации на единицу конструктивного элемента автомобильной дороги или дорожного сооружения или объекта в целом (капитальные вложения без учета стоимости материалов, конструкций и изделий) по сравниваемым вариантам на t -м шаге расчета.

Показатель экономического эффекта от эксплуатации может быть принят равным 0, если предполагается, что конструктивный элемент автомобильной дороги или дорожного сооружения или объект в целом проработает весь срок службы без появления недопустимых деформаций в объеме, превышающем нормативные значения.

Приведенные затраты на производство строительно-монтажных работ на объекте $Z_{\text{прив}}^{\text{стр}}$ рассчитываются на основе показателей себестоимости работ и капитальных вложений в основные и оборотные фонды строительных организаций. Для определения этих затрат необходимы данные о производственной базе дорожно-строительной организации и ее производственной мощности. На этапе обоснования инвестирования в строительство, когда нет данных

о производителе работ, можно ограничиться расчетом капитальных вложений в строительные машины и механизмы, необходимые для осуществления работ по вариантам конструктивных решений:

$$K_{\Phi} = \sum_{i=1}^n C_i t_i / t_{\Gamma_i}, \quad (4.6)$$

где C_i – балансовая стоимость i -й марки машины и механизма, выполняющей работы по строительству конструктивного элемента дороги или дорожного сооружения из сравниваемых видов материалов, конструкций и изделий, руб.;

t_i – время работы i -й марки машины и механизма на объекте или в расчете на принятую единицу измерения конструктивных элементов и видов работ, маш·ч;

t_{Γ_i} – годовой фонд работы i -й марки машины и механизма в соответствии с ее эксплуатационным режимом, маш·ч.

При незначительной разнице в технической оснащенности работ по вариантам конструктивных решений допускается пренебречь учетом капитальных вложений в производственные фонды дорожно-строительных организаций.

Указанные выше допущения позволяют упростить расчет годового экономического эффекта (Θ) от применения новых строительных материалов:

$$\Theta = (C_{\text{смпб}} K_{\text{сл}} + \Theta_{\text{экс}} - C_{\text{смпн}}) V_{\text{смп}}, \quad (4.7)$$

где $C_{\text{смпб}}$, $C_{\text{смпн}}$ – сметная стоимость строительно-монтажных работ с учетом стоимости материалов, конструкций и изделий на единицу измерения соответственно по базовому и новому варианту.

В ряде случаев, когда сравниваемые варианты материалов, конструкций и изделий равноценны по долговечности и эксплуатационным качествам, экономическая оценка конструктивных решений может осуществляться на основе показателей сметной стоимости строительно-монтажных работ.

Расчет экономического эффекта от совершенствования конструктивных решений обеспечивающих повышение технических и эксплуатационных характеристик автомобильных дорог производится по формуле

$$\Theta = \sum_{t=1}^{T_c} \frac{Z_{\text{прив б}t}}{(1+E)^t} \lambda K_{\text{сл}} + \Theta_{\text{экс}} - \sum_{t=1}^{T_c} \frac{Z_{\text{прив н}t}}{(1+E)^t}, \quad (4.8)$$

где $Z_{\text{прив б}t}$, $Z_{\text{прив н}t}$ – приведенные затраты в t -м году строительства объекта по сравниваемым вариантам, руб.;

λ – коэффициент, учитывающий изменение качествен-

ных параметров сравниваемых вариантов, зависящий только от строительных проектных решений, рассчитывается по формуле

$$\lambda = \lambda_{\text{н}} / \lambda_{\text{б}}, \quad (4.9)$$

где $\lambda_{\text{н}}$, $\lambda_{\text{б}}$ – пропускная способность автомобильной дороги, авт./ч, и другие аналогичные качественные параметры соответственно по новому и базовому варианту.

Рассмотрим пример определения экономической эффективности применения новых строительных материалов для совершенствования конструкций автомобильных дорог.

В примере определяется эффект от применения гранулированного резинобитумного вяжущего (РБВ-Г) при приготовлении асфальтобетонной смеси для устройства слоя асфальтобетонного покрытия толщиной 4 см на автомобильной дороге II технической категории.

РБВ-Г предназначено для модификации битума в составе асфальтобетонной смеси в процессе ее приготовления. Его применение позволяет увеличить срок службы дорожных конструкций в 1,5–2 раза; отказаться от применения стабилизирующих целлюлозных добавок при приготовлении щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей; не требует модернизации существующих асфальтобетонных заводов; повышает сцепные качества покрытия, снижает уровень шума при движении транспортных средств, улучшает водоотвод и др.; снижает экономические затраты на модификацию традиционной асфальтобетонной смеси на 20 % по сравнению с использованием импортных полимеров типа SBS.

В качестве базового варианта принимается устройство асфальтобетонного покрытия из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на битуме БНД 60/90.

Стоимостные показатели рассчитываются в ценах на 1.01.2015 года.

Примем условно, что годовой объем работ с применением нового варианта ($V_{\text{смп}}$) составляет 25 км.

Приведенные затраты на изготовление, включая затраты по транспортировке на строительную площадку, одной тонны составляют:

- щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на битуме БНД 60/90 – $Z_{\text{прив б}}^{\text{н}} = 737\,221$ руб.;

- асфальтобетонной смеси с РБВ-Г – $Z_{\text{прив н}}^{\text{н}} = 694\,948$ руб.

Потребность асфальтобетонной смеси для устройства 1 км покрытия толщиной 4 см автомобильной дороги II технической категории составляет 898,45 т.

Так как устройство асфальтобетонного покрытия из сравниваемых видов асфальтобетонных смесей может производиться одним и тем же комплектом машин, допускается пренебречь учетом капитальных вложений в производ-

ственные фонды дорожно-строительных организаций (K_{ϕ}). При этом следует учесть меньшие затраты машинного времени катков, используемых при уплотнении покрытия. Тогда приведенные затраты на производство строительно-монтажных работ по устройству 1 км асфальтобетонного покрытия на объекте рассчитываются на основе показателей себестоимости работ, без учета стоимости материалов и составляют:

- из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на битуме БНД 60/90 – $Z_{\text{прив}_6}^{\text{стр}} = 57\,082$ тыс. руб.;

- из асфальтобетонной смеси с гранулированным резинобитумным вяжущим – $Z_{\text{прив}_H}^{\text{стр}} = 55\,838$ тыс. руб.

Годовые эксплуатационные затраты 1 км покрытия включают в себя стоимость ежегодного содержания и текущих ремонтов с учетом нормативной периодичности их проведения в расчете на один год службы покрытия в пределах расчетного периода. При этом принимается срок службы покрытия по базовому варианту – 10 лет, по новому варианту – 15 лет.

Годовые эксплуатационные затраты на 1 км асфальтобетонного покрытия по сравниваемым вариантам составляют для покрытия:

- из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на битуме БНД 60/90 – $Z_{\text{экс}_6} = 28\,692$ тыс. руб.;

- асфальтобетонной смеси с гранулированным резинобитумным вяжущим – $Z_{\text{экс}_H} = 24\,139$ тыс. руб.

Годовой экономический эффект от применения новой конструкции дорожного покрытия определяется по формуле (4.1).

Коэффициент изменения срока службы предлагаемого конструктивного решения по сравнению с базовым вариантом составляет (формула (4.2)):

$$K_{\text{сл}} = \frac{0,2801}{0,2591} = 1,08.$$

Величины 0,2801 и 0,2591 рассчитаны по формуле (4.3).

$$P_6 = \frac{0,25}{(1 + 0,25)^{10} - 1} = 0,2801. \quad P_H = \frac{0,25}{(1 + 0,25)^{15} - 1} = 0,2591.$$

Экономический эффект от эксплуатации автомобильной дороги с покрытием из асфальтобетонной смеси на РБВ-Г определяется по формуле (4.5).

$$\mathcal{E}_{\text{экс}} = \frac{28692 - 24139}{0,2591} = 17572 \text{ тыс. руб.}$$

$$\mathcal{E} = [(662356 + 57082) \cdot 1,08 + 17572 - (624376 + 55838)] \cdot 25 = 2858,8 \text{ млн руб.}$$

4.2 Планирование инвестиций в условиях принятия решения

о замене оборудования и сроке его эксплуатации

Приобретая дорожно-строительную технику, оборудование и транспортные средства, подрядные строительные организации сталкиваются с множеством задач, требующих обоснования времени эксплуатации, их замены с учетом и без учета необходимости очередных инвестиций. Планирование инвестиций, основывается на применении методов, основанных на дисконтировании денежных потоков от инвестиционных проектов. Выбор оптимального периода эксплуатации объекта инвестирования требует экономического обоснования.

Оптимальный срок эксплуатации в пределах известного нормативного срока службы объекта будет получен тогда, когда зависящий от срока эксплуатации чистый дисконтированный доход будет максимальным.

Существует несколько вариантов решения задачи определения оптимального срока эксплуатации [8].

Первый вариант включает расчет возможных сроков эксплуатации, денежных потоков и ЧДД для всех альтернативных вариантов в рамках возможных сроков эксплуатации.

Возможные сроки эксплуатации определяются диапазоном нормативного срока, либо времени, в течение которого предполагается эксплуатировать объект инвестиций. Для всех вариантов выбранного срока эксплуатации (n) рассчитываются денежные потоки, которые включают поступления от реализации продукции, произведенной с использованием объекта инвестиций (R_t), а также если будет принято решение на t -м шаге расчетного периода его ликвидировать выручку от реализации (ликвидации) (L_t).

Для расчета ЧДД и принятия решения необходимо для каждого шага составить денежный поток, который будет равен

$$R_t = \bar{R}_t, \text{ если } t < n;$$
$$R_t = \bar{R}_t + L_t, \text{ если } t = n.$$

В данном случае ЧДД рассчитывается по формуле

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+E)^t} + \frac{L_n}{(1+E)^n}. \quad (4.10)$$

В том случае, если определяется эффективность продления срока эксплуатации объекта по сравнению с альтернативным решением с меньшим сроком, используется второй вариант, основанный на оценке изменения зависящего от срока эксплуатации ЧДД. Изменение ЧДД, происходящее при переходе от одной возможности срока эксплуатации к другой, называется временным предельным выигрышем.

Временной предельный выигрыш при переходе от срока эксплуатации, равного n лет, к сроку эксплуатации, равному $(n - 1)$ год, оценивается по формуле

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+E)^t} + \frac{L_n}{(1+E)^n} - \sum_{t=0}^{n-1} \frac{\bar{R}_t}{(1+E)^t} - \frac{L_{n-1}}{(1+E)^{n-1}}. \quad (4.11)$$

Оптимальное решение определяется на основе анализа значений временных предельных выигрышей: продление срока эксплуатации следует осуществлять до тех пор, пока временной предельный выигрыш срока эксплуатации, равного n лет, к сроку $(n - 1)$ лет, срока $(n - 1)$ к сроку $(n - 2)$ лет не окажется отрицательным.

Рассмотрим пример практического использования описанных выше вариантов решения задач определения оптимального срока эксплуатации.

Дорожно-строительная организация приобрела каток BOMAG BW 219 D-4 для выполнения работ по уплотнению грунта при возведении земляного полотна автомобильных дорог. Стоимость катка – 1685 млн руб. Нормативный срок эксплуатации – 9 лет.

Денежные потоки по данному инвестиционному проекту представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Денежные потоки по инвестиционному проекту

		В миллионах рублей								
t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
\bar{R}_t	– 1685	253	245,4	238,0	230,8	223,9	217,2	210,7	204,4	198,3
L_t	1685	1403,6	1169,2	973,9	811,3	675,8	562,9	468,9	390,6	325,4

С учетом соблюдения вышеописанных правил для различных сроков эксплуатации формируются денежные потоки, представленные в таблице 4.2.

Чистый дисконтированный доход проекта при сроках эксплуатации и ставке дисконта 25 % рассчитывается по формуле (4.10):

$$\text{ЧДД}_1 = 1685 - \left(\frac{253}{(1+0,25)^1} + \frac{1403,6}{(1+0,25)^1} \right) = 360 \text{ млн руб.};$$

$$\text{ЧДД}_2 = 1685 - \left(\frac{253,0}{(1+0,25)^1} + \frac{245,4}{(1+0,25)^2} + \frac{1169,2}{(1+0,25)^2} \right) = 577 \text{ млн руб.};$$

$$\text{ЧДД}_3 = 705 \text{ млн руб.}; \quad \text{ЧДД}_4 = 777 \text{ млн руб.}; \quad \text{ЧДД}_5 = 814 \text{ млн руб.};$$

$$\text{ЧДД}_6 = 831 \text{ млн руб.}; \quad \text{ЧДД}_7 = 836 \text{ млн руб.}; \quad \text{ЧДД}_8 = 835 \text{ млн руб.};$$

$$\text{ЧДД}_9 = 830 \text{ млн руб.}$$

Таблица 4.2 – Денежные потоки для каждого варианта срока эксплуатации дорожного катка

В миллионах рублей

n	Моменты осуществления платежей									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0									
1	-1685	253+ +1403,6= =1656,6								
2	-1685	253	245,4+ +1109,2= =14146							
3	-1685	253	245,4	12119						
4	-1685	253	245,4	238,0	10421					
5	-1685	253	245,4	238,0	230,8	899,7				
6	-1685	253	245,4	238,0	230,8	223,9	780,1			
7	-1685	253	245,4	238,0	230,8	223,9	217,2	679,6		
8	-1685	253	245,4	238,0	230,8	223,9	217,2	210,7	595,0	
9	-1685	253	245,4	238,0	230,8	223,9	217,2	210,7	204,4	523,7

Расчеты показали, что максимальный размер ЧДД достигается на 7-м году эксплуатации дорожного катка, что определяет оптимальный срок окончания инвестиционного проекта. Временной предельный выигрыш при различных вариантах сроков эксплуатации рассчитывается по формуле (4.11).

Таблица 4.3 – Временной предельный выигрыш

Срок эксплуатации	Временной предельный выигрыш
1	-360
2	-218
3	-128
4	-72
5	-37
6	-17
7	1
8	1
9	5

Результаты расчета также подтверждают оптимальный срок эксплуатации техники, равный 7 годам, так как отрицательные предельные выигрыши в предыдущие годы начинают компенсироваться положительным выигрышем 1 млн руб. в момент $t = 7$.

При третьем варианте расчета возможного срока эксплуатации на каждом шаге расчетного периода анализируются возможности ликвидации объекта и его дальнейшей эксплуатации путем сравнения выручки от ликвидации на шаге t расчетного периода, рассматриваемого как вариант решения и ЧДД в $(t + 1)$ год.

Например, в момент времени $t = 6$ при немедленной продаже дорожного катка дорожно-строительная организация получит 562,9 млн руб. Если бы каток эксплуатировался еще год, это бы принесло организации в момент $t = 7$ поступление величиной $\bar{R} + L_7 = 210,7 + 468,9 = 679,6$ млн руб. Следовательно, при немедленной продаже организация получит $L_6 = 562,9$ млн руб., а при дальнейшей эксплуатации $L_6 = \frac{210,7 + 468,9}{1 + 0,25} = 543,7$ млн руб.

Далее, в момент времени $t = 7$, при немедленной продаже дорожного катка дорожно-строительная организация получит 468,9 млн руб. Если бы каток эксплуатировался еще год, это бы принесло организации в момент $t = 8$ поступление величиной $\bar{R} + L_8 = 204,4 + 390,6 = 595$ млн руб. Следовательно, при немедленной продаже организация получит $L_7 = 468,9$ млн руб., а при дальнейшей эксплуатации $L_7 = \frac{204,4 + 390,6}{1 + 0,25} = 476,0$ млн руб., что сви-

детельствует, о возможности дальнейшей эксплуатации техники.

Очевидно, что при изменении динамики поступлений и выручки от реализации объекта инвестиций результаты расчетов могут быть иными. В любом случае расчет продолжается с поэтапным уменьшением индекса времени по той же схеме, пока не достигнет времени $t = 0$.

Рассмотренные методы оценки предусматривали расчет при однократных инвестициях, когда после истечения оптимального срока эксплуатации объекта повторные инвестиции не планируются. Если инвестор планирует несколько инвестиционных проектов, сроки их реализации могут быть различными. В этом случае инвестору необходимо выбрать оптимальные сроки начала и окончания для каждого проекта и определить очередность их выполнения. В связи с этим, ставится задача определения оптимальной длительности цепи инвестиций. В качестве критерия экономической эффективности используется показатель чистого дисконтированного дохода.

Например, дорожно-строительная организация планирует выиграть тендер на участие в проекте реконструкции автомобильной дороги. Для выполнения работ необходимо дополнительно приобрести несколько транспортных средств, которые после участия в проекте она планирует реализовать. При этом транспортное средство № 1 может быть приобретено в момент $t = 0$ и продано в момент $t = 1$, $t = 2$ или $t = 3$; транспортное средство № 2 может быть приобретено в момент $t = 0$ и продано в момент $t = 1$; транспортное средство № 3 может быть приобретено в момент $t = 1$ и продано в момент времени $t = 2$, $t = 3$.

Планируемые денежные потоки, зависящие от срока эксплуатации, и выручка от ликвидации представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Денежные потоки по рассматриваемым вариантам

В миллионах рублей

Планируемые платежи без учета выручки от ликвидации				
t	0	1	2	3
ТС № 1	-1685,0	953,0	845,4	238,0
ТС № 2	-1380,0	857,0		
ТС № 3		-1105,0	748,7	350,4
Выручка от реализации				
ТС № 1	1685,0	1403,6	1169,2	973,9
ТС № 2	1380,0	1203,0		
ТС № 3			956,0	750,0

Рассмотрим возможные варианты комбинаций сроков эксплуатации транспортных средств.

1 Покупка транспортного средства № 1 на всем временном отрезке:

0 – 1 – 2 – 3

№ 1 – № 1 – № 1 – № 1.

2 Транспортное средство № 1 может быть куплено в момент времени $t = 0$ и продано в первый год и в этот же год куплено транспортное средство № 3:

0 – 1 – 2 – 3

№ 1 – № 3 – № 3 – № 3.

3 Транспортное средство № 2 куплено в момент времени $t = 0$ и продано в первый год и в этот же год куплено транспортное средство № 3:

0 – 1 – 2 – 3

№ 2 – № 3 – № 3 – № 3.

4 Приобретается только транспортное средство № 2:

0 – 1 – 2 – 3

№ 2 – № 1.

5 Приобретается только транспортное средство № 3:

0 – 1 – 2 – 3

№ 3 – № 3 – № 3.

Рассчитаем значения ЧДД при ставке дисконта 25 % для первого варианта комбинации (№ 1 – № 1 – № 1 – № 1):

$$\frac{953,0}{(1+0,25)} + \frac{845,4}{(1+0,25)^2} + \frac{238,0}{(1+0,25)^3} + \frac{973,9}{(1+0,25)^3} - 1685,0 = 238,9 \text{ млн руб. ;}$$

- для варианта № 1 – № 3 – № 3 – № 3:

$$\frac{953,0}{(1+0,25)} + \frac{1403,6}{(1+0,25)} + \frac{748,7}{(1+0,25)^2} + \frac{350,4}{(1+0,25)^3} + \frac{750,0}{(1+0,25)^3} - 1685,0 - \frac{1105,0}{(1+0,25)} = 358,9 \text{ млн руб. ;}$$

- для варианта № 2 – № 3 – № 3 – № 3:

$$\frac{857,0}{(1+0,25)} + \frac{748,7}{(1+0,25)^2} + \frac{350,4}{(1+0,25)^3} + \frac{1203,0}{(1+0,25)} + \frac{750,0}{(1+0,25)^3} - 1380,0 - \frac{1105,0}{(1+0,25)} = 426,6 \text{ млн руб.};$$

- для варианта № 2 – № 1:

$$\frac{857,0}{(1+0,25)} - 1380,0 + \frac{1203,0}{(1+0,25)} = 268,0 \text{ млн руб.};$$

- для варианта № 3 – № 3 – № 3:

$$\frac{748,7}{(1+0,25)^2} + \frac{350,4}{(1+0,25)^3} + \frac{750,0}{(1+0,25)^3} - \frac{1105,0}{(1+0,25)} = 158,6 \text{ млн руб.}$$

Таким образом, вариант комбинации сроков эксплуатации транспортных средств № 2 – № 3 – № 3 – № 3 является оптимальным, так как инвестор максимизирует свое имущество на сумму 426,6 млн руб. Сначала будет куплено транспортное средство № 2 в момент времени $t = 0$, после года эксплуатации оно будет реализовано в момент времени $t = 1$ и сразу куплено транспортное средство № 3, которое будет эксплуатироваться до конца расчетного периода $t = 3$.

4.3 Экономическое сравнение вариантов дорожных одежд

При сравнении конструкций дорожных одежд необходимо обеспечить сопоставимость их вариантов, т.е. они должны удовлетворять требованиям прочности на упругий прогиб, на сдвиг и на растяжение при изгибе, в районе строительства должны присутствовать материалы для устройства конструктивных слоев.

Критерием экономической эффективности служит минимальная величина суммарных дисконтированных затрат, рассчитываемых по формуле

$$Z_{\text{прив } i} = K_{ti} + \sum_{t=1}^{T_p} C_{ti} \eta_t, \quad (4.12)$$

где K_{ti} – инвестиционные вложения в строительство i -го варианта дорожной одежды;

C_{ti} – стоимость ремонтов и ежегодного содержания i -го варианта дорожной одежды в t -м году расчетного периода;

T_p – расчетный период сравнения вариантов, определяемый межремонтным сроком службы до капитального ремонта по наиболее долговечному варианту.

Стоимость конструкции дорожной одежды рассчитывается на единицу измерения 1 км дороги или 1 м² площади.

Рассмотрим пример сравнения вариантов конструкций дорожных одежд автомобильной дороги II технической категории, протяженностью 6,65 км, состоящих из следующих конструктивных слоев.

Вариант 1 (с асфальтобетонным покрытием):

- технологический слой из щебеночно-песчаной смеси С5, толщиной 15 см;
- двухслойное основание из щебня фракции 25–60 мм по ГОСТ 7392-2002 с заклинкой щебнем фракции 5–20 мм и песком из отсевов дробления толщиной 16 и 12 см;

- нижний слой двухслойного покрытия из щебеночной крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси марки I ЩКПг-I по СТБ 1033-2004 толщиной 6 и 8 см;

- верхний слой покрытия из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМСц-I/2,2 по СТБ 1033-2004 толщиной 4 см.

Вариант 2 (с цементобетонным покрытием):

- технологический слой из щебеночно-песчаной смеси С5 толщиной 15 см;
- основание из готовой цементогрунтовой смеси толщиной 16 см;
- однослойное покрытие из тяжелой бетонной смеси с крупностью заполнителя 20–40 мм класса В30 (М400) F200 W4 толщиной 22 см.

Локальная смета на устройство дорожной одежды по варианту 1 представлена в таблице 2.4. Стоимость устройства дорожной одежды на всю длину дороги по варианту 2 также рассчитывается в локальной смете и составляет 10 345, 091 млн руб.

Исходные данные для сравнения вариантов представлены в таблице 4.5. Расчет суммарных дисконтированных затрат по сравниваемым вариантам представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.5 – Общая характеристика сравниваемых вариантов дорожных одежд

Показатель	Вариант дорожной одежды	
	Вариант 1	Вариант 2
Стоимость строительства, тыс. руб./км	4 169 703,1	1 555 652,8
Стоимость капитального ремонта, тыс. руб./км	2 117 208,0	3 080 400,0
Стоимость ремонта, тыс. руб./км	783 568,0	1 171 440,0
Стоимость содержания, тыс. руб./км	80 792,0	84 912,0
Периодичность проведения капитального ремонта, лет	13	25
Периодичность проведения ремонтов, лет	6, 18	12

Выполненный расчет показал, что по экономическим показателям наиболее эффективным является вариант 2 дорожной одежды с цементобетонным покрытием, так как суммарные дисконтированные (приведенные) затраты по этому варианту на 2874,9 млн руб. меньше.

Таблица 4.6 – Экономическое сравнение вариантов дорожных одежд

Год	Инвестиционные вложения в строительство, млн руб./км		Стоимость капитального ремонта, млн руб./км		Стоимость ремонта, млн руб./км		Стоимость содержания, млн руб./км		Суммарные приведенные затраты, млн руб./км	
	Ц/б	А/б	Ц/б	А/б	Ц/б	А/б	Ц/б	А/б	Ц/б	А/б
0	1555,7	4169,7					84,9	80,8	1555,7	4169,7
1							84,9	80,8	1623,6	4234,3
2							84,9	80,8	1678,0	4286,1
3							84,9	80,8	1721,4	4327,4
4							84,9	80,8	1756,2	4360,5
5							84,9	80,8	1784,0	4387,0
6						783,6	84,9	80,8	1806,3	4613,6
7							84,9	80,8	1824,1	4630,5
8							84,9	80,8	1838,3	4644,1
9							84,9	80,8	1849,7	4654,9
10							84,9	80,8	1858,8	4663,6
11							84,9	80,8	1866,1	4670,6
12				2117,2	1171,4		84,9		1952,5	4816,0
13							84,9	80,8	1957,1	4820,5
14							84,9	80,8	1960,9	4824,0
15							84,9	80,8	1963,8	4826,9
16							84,9	80,8	1966,2	4829,2
17							84,9	80,8	1968,2	4831,0
18						783,6	84,9	80,8	1969,7	4846,6
19							84,9	80,8	1970,9	4847,7
20							84,9	80,8	1971,9	4848,6
21							84,9	80,8	1972,7	4849,4
22							84,9	80,8	1973,3	4850,0
23							84,9	80,8	1973,8	4850,5
24				2117,2			84,9		1974,2	4860,5
25			3080,4					80,8	1985,8	4860,8

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЮ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

5.1 Общие положения оценки эффективности инвестиций в дорожные проекты

Расчеты экономической эффективности строительства, реконструкции и ремонта дорог основываются на сопоставлении результатов реализации проекта и затрат, связанных с его реализацией в случае осуществления дорожного проекта (проектный) и при отказе от его реализации (базовый вариант).

Получаемые при расчете общественной эффективности инвестиций результаты – это экономические эффекты на транспорте и в социальной сфере от их полного воспроизводства, а затраты – общественно необходимые издержки по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог.

Расчет затрат и результатов выполняется по методике определения эффективности инвестиций в строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог, разработанной РУП «Белгипродор» [3].

В составе затрат при расчете эффективности дорожных проектов учитываются следующие их виды:

- капитальные вложения в строительство, реконструкцию, капитальный ремонт автомобильной дороги с распределением их в пределах нормативного срока выполнения работ;

- последующие затраты на ремонт автомобильной дороги в соответствии с принятой нормативной периодичностью их выполнения в течение срока сравнения вариантов;

- ежегодные затраты на содержание автомобильной дороги в соответствии с принятым нормативным уровнем содержания.

В составе результатов при расчете эффективности дорожных проектов учитываются следующие виды годовых эффектов (потерь) от их реализации.

1 На транспорте

- сокращение капитальных вложений в автомобильный транспорт в связи с уменьшением времени доставки грузов и пассажиров;

- эффект от переключения части перевозок грузов и пассажиров, выполняемых ранее железнодорожным и водным транспортом, на автомобильный транспорт;

- сокращение затрат на перевозку грузов и пассажиров в результате улучшения дорожных условий.

2 В других отраслях

- сокращение потерь времени пребывания в пути пассажиров;

- сокращение потребности предприятий в оборотных средствах;

- сокращение потерь от дорожно-транспортных происшествий;

- эффект от ускоренного развития отраслей материального производства;
- сокращение потерь в сельском хозяйстве;
- потери от временного изъятия сельскохозяйственных угодий для размещения на них объектов производственной базы строительства и притрассовых карьеров;
- эффект от привлечения дополнительного транзитного движения иностранного транспорта;
- эффект от сохранения или создания новых рабочих мест в дорожной отрасли;
- потери от ухудшения экологической обстановки.

Для технико-экономических расчетов по обоснованию эффективности должны быть определены интенсивность и состав движения (объем перевозок) на отчетный и перспективный годы; установлены закономерности изменения интенсивности на перспективу; среднее расстояние перевозок грузов и пассажиров; скорости транспортных потоков; количество дорожно-транспортных происшествий по участкам.

Для расчета эффективности реализации проекта определяется начало и конец расчетного периода. Начало определяется моментом времени, начиная с которого выбор варианта влияет на будущие затраты и результаты. Конец – момент, начиная с которого затраты и результаты по всем сравниваемым вариантам практически неразличимы или незначительны (с учетом дисконтирования). Рекомендуемая продолжительность расчетного периода представлена в таблице 3.1.

Прогнозируется изменение интенсивности движения за весь расчетный период по сравниваемым вариантам. Для рассматриваемых альтернатив рассчитываются:

- капитальные вложения в строительство, реконструкцию, капитальный и текущий ремонт и содержание. Рассчитываются на основе составления сметной документации или по укрупненным показателям (см. подраздел 2);
- остаточная стоимость сооружения;
- средняя безопасная скорость движения автомобилей в потоке.

Определяются затраты и результаты от реализации сравниваемых вариантов.

Выполняется расчет основных показателей: чистый дисконтированный доход (3.1), индекс доходности инвестиций (3.10), внутренняя норма доходности (3.9), срок окупаемости (3.11). Производится оценка основных показателей с выводами об эффективности проекта.

5.2 Общая постановка задачи

Требуется оценить общественную эффективность проекта, предусматривающего реконструкцию участка автомобильной дороги с переводом в I-в техническую категорию.

В существующих условиях, т. е. при базовом состоянии, автомобильная дорога имеет II техническую категорию с асфальтобетонным покрытием. Протяженность участка составляет 25,12 км. При базовом состоянии в качестве мер по поддержанию транспортно-эксплуатационных характеристик дороги предусмотрен: капитальный ремонт, текущий ремонт и работы по содержанию.

В проектном варианте предусматривается реконструкция участка автомобильной дороги с переводом в I-в техническую категорию в соответствии с нормами ТКП [9] и увеличением радиуса закругления до 3000 м.

Для учета и оценки предстоящих затрат и результатов устанавливается горизонт экономического анализа в 20-й год после ввода объекта в эксплуатацию. Начало расчетного периода – 2015 год, конец расчетного периода – 2035 год.

Интенсивность движения по базовому и проектному вариантам спрогнозирована исходя из условия, что перевозки, которые имеют место в существующих условиях, будут иметь место независимо от реализации проекта. Ежегодный прирост интенсивности принимается 3 % в год.

5.3 Расчет дорожных затрат

Капитальные вложения в строительство, реконструкцию и капитальный ремонт автомобильных дорог рассчитываются на основе составления сметной документации или по укрупненным показателям.

При использовании укрупненных показателей для расчета стоимости отдельных видов работ используется формула

$$KB_i = V_i УП_i, \quad (5.1)$$

где V_i – объем i -го вида работ;

$УП_i$ – укрупненный показатель для i -го вида работ.

Укрупненные показатели стоимости основных видов строительно-монтажных работ представлены в приложении Г. Усредненные объемы строительно-монтажных работ – в приложении Д. Общую сметную стоимость строительства, реконструкции и капитальный ремонт автомобильных дорог можно рассчитать, составив сводный сметный расчет.

Так как дорога функционирует в течение длительного периода времени, намного превышающего расчетный период сравнения вариантов, что будет приносить доход, который не учитывается в расчете, то дорожные затраты определяются за вычетом остаточной стоимости конструктивного элемента дороги на конец расчетного периода.

Изменение остаточной стоимости дороги после реконструкции представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Изменение остаточной стоимости дороги после реконструкции (проектный вариант)

В миллиардах рублей

Год	Земляное полотно, норма износа И = 2 %		Дорожная одежда, норма износа 4 %			Искусственные сооруже- ния, норма износа И = 2 %		Дорожные устройства и обстановка, норма износа И = 10 %		ВСЕГО	Всего с учетом дисконтирования 25 %
	остаточ- ная стои- мость на конец года	годовая сумма износа	остаточ- ная стои- мость на конец года	годовая сумма износа	остаточ- ная стои- мость на конец года	годовая сумма износа	остаточ- ная стои- мость на конец года	годовая сумма износа			
2015	153,7		241,6		38,2		81,0		514,5	514,5	
2016	150,6	3,1	231,9	9,7	37,4	0,8	72,9	8,1	492,8	394,2	
2017	147,5	3,1	222,2	9,7	36,6	0,8	64,8	8,1	471,1	301,5	
2018	144,4	3,1	212,5	9,7	35,8	0,8	56,7	8,1	449,4	230,1	
2019	141,3	3,1	202,8	9,7	35,0	0,8	48,6	8,1	427,7	175,2	
2020	138,2	3,1	193,1	9,7	34,2	0,8	40,5	8,1	406,0	133,0	
2021	135,1	3,1	183,4	9,7	33,4	0,8	32,4	8,1	384,3	100,7	
2022	132,0	3,1	173,7	9,7	32,6	0,8	24,3	8,1	362,6	76,0	
2023	128,9	3,1	164,0	9,7	31,8	0,8	16,2	8,1	340,9	57,2	
2024	125,8	3,1	154,3	9,7	31,0	0,8	8,1	8,1	319,2	42,8	
2025	122,7	3,1	144,6	9,7	30,2	0,8		8,1	297,5	31,9	
2026	119,6	3,1	134,9	9,7	29,4	0,8			283,9	24,4	
2027	116,5	3,1	125,2	9,7	28,6	0,8			270,3	18,6	
2028	113,4	3,1	115,5	9,7	27,8	0,8			256,7	14,1	
2029	110,3	3,1	105,8	9,7	27,0	0,8			243,1	10,7	
2030	107,2	3,1	96,1	9,7	26,2	0,8			229,5	8,1	
2031	104,1	3,1	86,4	9,7	25,4	0,8			215,9	6,1	
2032	101,0	3,1	76,7	9,7	24,6	0,8			202,3	4,6	
2033	97,9	3,1	67,0	9,7	23,8	0,8			188,7	3,4	
2034	94,8	3,1	57,3	9,7	23,0	0,8			175,1	2,5	
2035	91,7	3,1	47,6	9,7	22,2	0,8			161,5	1,9	

Остаточная стоимость конструктивного элемента дороги рассчитывается путем исключения из его первоначальной или текущей восстановительной стоимости износа, начисленного по установленным нормам амортизационных отчислений. Годовые нормы износа и нормативные сроки службы объектов дорожного хозяйства представлены в приложении Е.

Ремонтные мероприятия увеличивают стоимость дороги, что также необходимо учесть при определении остаточной стоимости дороги на конец расчетного периода.

Стоимость проведения одного капитального ремонта принимается по таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Укрупненные показатели затрат на капитальный ремонт дороги

Тип покрытия	Стоимость 1 км по категориям дороги, у. е.					
	I (6 полос)	I (4 полосы)	II	III	IV	V
Цементобетонное	878570	744320	385050	257389	138710	118090
Асфальтобетонное	809243	635798	264651	174150	137700	120420
Черное гравийное (щебеночное)				149980	137560	118940
Бульжное					158821	146308
Щебеночное (гравийное)					88967	83635
<i>Примечание – Составлено по данным [3] с пересчетом в у. е. по курсу Нац. банка Республики Беларусь на 01.01.2015 г.</i>						

Для определения затрат на капитальный ремонт конструктивных элементов автомобильной дороги используются данные таблицы 5.3.

Таблица 5.3 – Структура затрат на капитальный ремонт автомобильной дороги по конструктивным элементам

Категория дороги	Число полос	Тип покрытия	Конструктивные элементы в % от общей стоимости							Итого
			Подготовительные работы	Земляное полотно	Искусственные сооружения	Дорожная одежда	Пересечения и примыкания	Дорожные устройства и обстановка		
I	6	Ц/б	3,0	8,9	25,9	45,8	8,6	7,8	100	
		А/б	5,6	5,1	9,4	64,3	3,2	12,4	100	
	4	Ц/б	3,5	10,6	30,6	36,0	10,1	9,2	100	
		А/б	7,0	6,5	12,0	54,6	4,1	15,8	100	
II	2	Ц/б	11,8	15,6	5,6	49,8	6,0	11,2	100	
		А/б	17,2	22,6	8,1	27,0	8,8	16,3	100	
III	2	Ц/б	13,6	27,0	3,0	42,9	7,0	6,5	100	
		А/б	10,1	10,8	10,9	47,8	6,7	13,7	100	
		Ч/Г	12,3	15,1	3,7	57,9	4,8	6,2	100	

Окончание таблицы 5.3

Категория дороги	Число полос	Тип покрытия	Конструктивные элементы в % от общей стоимости						
			Подготовительные работы	Земляное полотно	Искусственные сооружения	Дорожная одежда	Пересечения и примыкания	Дорожные устройства и обстановка	Итого
IV	2	Ц/б	1,4	14,4	0,9	59,4	11,7	12,2	100
		А/б	11,8	14,5	6,6	50,2	6,1	10,8	100
		Ч/г	13,4	16,4	4,0	54,2	5,2	6,8	100
		Б	13,1	29,2	15,3	31,5	5,8	5,1	100
		Щ	18,3	22,4	10,2	23,0	9,4	16,7	100
V	2	Ц/б	1,7	16,9	1,0	52,3	13,8	14,3	100
		А/б	13,5	16,5	7,6	43,0	7,0	12,4	100
		Ч/г	15,5	19,0	4,7	47,0	6,0	7,8	100
		Б	14,2	31,7	16,6	25,7	6,3	5,5	100
		Щ	19,4	23,8	10,9	17,9	10,1	17,9	100

Примечание – Составлено по данным [3].
Условные обозначения: ц/б – цементобетонное покрытие; а/б – асфальтобетонное; ч/г – черное гравийное (щебеночное); б – булыжное; щ – щебеночное (гравийное).

Проведение капитальных ремонтов планируется в зависимости от нормативного срока службы дорожной одежды. Выбор срока службы дорожной одежды осуществляется с учетом рекомендаций ТКП 45-3.03-112-2008 «Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования» в зависимости от категории автомобильной дороги, типа дорожной одежды, вида покрытия и коэффициента надежности дорожной одежды. Рекомендуемые расчетные сроки службы дорожной одежды приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Нормы межремонтных сроков службы до капитального ремонта нежестких дорожных одежд

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Заданный коэффициент надежности						
		0,98	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
		Срок службы, лет						
I	Капитальный	19	14	–	–	–	–	–
II	Капитальный	17	13	–	–	–	–	–
III	Капитальный	15	12	11	–	–	–	–
	Облегченный	–	11	10	–	–	–	–
IV	Капитальный	12	10	9	8	–	–	–
	Облегченный	–	–	8	7	6	–	–
	Переходный	–	–	–	6	5	4	–
V	Облегченный	–	–	–	–	6	5	4
	Переходный	–	–	–	–	5	4	3

Окончание таблицы 5.4

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Заданный коэффициент надежности						
		0,98	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
		Срок службы, лет						
V	Низший	–	–	–	–	–	4	3
VI	Переходный	–	–	–	–	5	4	3
	Низший	–	–	–	–	–	3	2

Межремонтный срок проведения работ по капитальному ремонту автомобильных дорог с цементобетонным покрытием принимается 25 лет.

Стоимость ремонтов принимается по данным таблицы 5.5.

Таблица 5.5 – Укрупненные показатели затрат на ремонт 1 км дороги

Тип покрытия	Стоимость по категориям дороги, у. е.					
	I (6 полос)	I (4 полосы)	II	III	IV	V
Цементобетонное	416858	294661	146430	138405	82991	68558
Асфальтобетонное	240785	181429	97946	91277	78728	65361
Черное гравийное (щебеночное)				77142	69944	59147
Щебеночное (гравийное)				53094	49331	43688
<i>Примечание – Составлено по данным [3] с пересчетом в у. е. по курсу Нац. банка Республики Беларусь на 01.01.2015 г.</i>						

Проведение ремонтов планируется в соответствии с рекомендациями таблицы 5.6.

Таблица 5.6 – Сроки службы до ремонта покрытий капитальных и облегченных дорожных одежд

Интенсивность движения по наиболее загруженной полосе, авт./сут.	Нормы межремонтных сроков службы дорожных покрытий, лет
< 200	8
200 – 2000	6
2000 – 2500	6
2500 – 4000	4
4000 – 4500	4
4500 – 6000	3
6000 – 6500	3
> 6500	2
<i>Примечание – Составлено по данным [3]. Если сроки службы до капитального ремонта и ремонта различаются не более чем на 30 %, срок службы до ремонта принимается равным 50 % срока службы до капитального ремонта.</i>	

Срок проведения работ по ремонту автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями равен 12 годам.

Затраты на содержание принимаются по данным таблицы 5.7.

Таблица 5.7 – Укрупненные показатели затрат на содержание 1 км дороги

Тип покрытия	Стоимость по категориям дороги, у. е.				
	I (4 полосы)	II	III	IV	V
Цементобетонное	14181	10614	8845	7065	5881
Асфальтобетонное	13252	10099	8342	6671	5522
Черное гравийное (щебеночное)				5660	
Бульжное				4676	4058
Щебеночное (гравийное)				4328	3748
Грунтовое профили- рованное				2960	2576
<i>Примечание – Составлено по данным [3] с пересчетом в у. е. по курсу Нац. банка Республики Беларусь на 01.01.2015 г.</i>					

В случаях, когда стоимость дорожной одежды рассчитана с составлением локальных смет по каждому конструктивному слою затраты на ее капитальный ремонт, ремонт и содержание могут быть приняты по нормам, представленным в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Расчетные показатели затрат на ремонты и содержание дорожных одежд

Категория дороги	Тип покрытия	Затраты на ремонты, % от стоимости дорожной одежды		Ежегодные затраты на содержание, % от стоимости дорожной одежды
		капитальный ремонт	ремонт	
I (6 полос)	Ц/б	22,4	1,9	0,68
	А/б	37,0	1,6	0,66
I (4 полосы)	Ц/б	32,1	1,4	0,73
	А/б	42,8	2,5	0,7
II	Ц/б	23,9	2,7	0,71
	А/б	42,3	2,5	0,69
III	Ц/б	35,7	4,4	0,98
	А/б	61,5	4,0	0,95
	Ч/г	26,5	4,75	1,1
IV	А/б	70,3	8,3	1,45
	Ч/г	46,7	7,5	1,62
	Щ	64,5	15,6	1,79

Окончание таблицы 5.8

Категория дороги	Тип покрытия	Затраты на ремонты, % от стоимости дорожной одежды		Ежегодные затраты на содержание, % от стоимости дорожной одежды
		капитальный ремонт	ремонт	
V	Ч/Г	43,7	10,4	1,52
	Щ	36,5	15,2	1,5

Примечание – Составлено по данным [4].

На основе вышеприведенных рекомендаций расчет дорожных затрат для проектного варианта представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Дорожные затраты для проектного варианта

В миллиардах рублей

Год	Реконструкция	Капитальный ремонт	Ремонт	Содержание	Всего
2015	514,5				514,5
2016				3,9	3,9
2017				3,9	3,9
2018				3,9	3,9
2019			70,2	3,9	74,1
2020				3,9	3,9
2021				3,9	3,9
2022				3,9	3,9
2023			70,2	3,9	74,1
2024				3,9	3,9
2025				3,9	3,9
2026				3,9	3,9
2027			70,2	3,9	74,1
2028				3,9	3,9
2029				3,9	3,9
2030				3,9	3,9
2031			70,2	3,9	74,1
2032				3,9	3,9
2033		246,0		3,9	249,9
2034				3,9	3,9
2035				3,9	3,9
Итого	514,5	246,0	280,8	78,0	1119,3

Пример распределения по годам дорожных затрат с учетом остаточной стоимости дороги на конец расчетного периода для проектного варианта представлен в таблице 5.10.

Расчет эффекта от сокращения средств на ремонт и эксплуатацию существующей дороги определяется как разница в затратах на ремонт и содержание существующей дороги между базовым (без реконструкции) и проектируемым (с учетом реконструкции) вариантами.

Таблица 5.10 – Дорожные затраты за вычетом остаточной стоимости дороги после реконструкции на конец рассматриваемого периода

В миллиардах рублей

Год	Реконструкция и ремонты				Содержание	Всего затрат за вычетом остаточной стоимости
	Реконструкция	Ремонт	Увеличение остаточной стоимости дороги на конец рассматриваемого периода	Реконструкция и ремонт за вычетом остаточной стоимости дороги		
2015	514,5		1,9	512,6	–	512,6
2016					5,1	5,1
2017					5,1	5,1
2018					5,1	5,1
2019		70,2		70,2	5,1	75,3
2020					5,1	5,1
2021					5,1	5,1
2022					5,1	5,1
2023		70,2		70,2	5,1	75,3
2024					5,1	5,1
2025					5,1	5,1
2026					5,1	5,1
2027		70,2		70,2	5,1	75,3
2028					5,1	5,1
2029					5,1	5,1
2030					5,1	5,1
2031		70,2		70,2	5,1	75,3
2032					5,1	5,1
2033		246,0	0,3	245,7	5,1	250,8
2034					5,1	5,1
2035					5,1	5,1
Всего	514,5	526,8	0,3	1039,1	102,0	1141,1

5.4 Расчет транспортно-эксплуатационных затрат

В основу определения затрат положен расчет средней безопасной скорости движения автомобиля в потоке.

Капитальные вложения в автомобильный транспорт, соответствующие объему перевозок на каждом участке на начало эксплуатации объекта или на какой-либо другой год, рассчитываются по формуле

$$K_{at} = 365 \sum_{j=1}^m \frac{A_{jt} N_{jt}}{T_{aj}} \left(\frac{L_i}{v_{jt}^n} + t_i^z \right) (1 - k_{nj}) (1 - d_{лч}), \quad (5.2)$$

где 365 – число дней в году;

A_{jt} – полные удельные капитальные вложения в подвижной состав автомобильного транспорта с учетом основных фондов автомобильной промышленности, руб., на единицу подвижного состава j -го типа;

T_{aj} – количество часов работы на линии одного автомобиля в течение года, ч;

N_{jt} – среднегодовая суточная интенсивность движения автомобилей j -го типа на участке, авт./сут;

L_i – протяженность i -го участка дорожного сооружения, км;

v_{jt}^n – средняя техническая скорость движения автомобилей j -го типа на участке, км/ч;

t_i^z – среднесуточное время задержки (простоев) одного автомобиля в местах затрудненного проезда на данном участке, ч;

m – количество типов автомобилей;

k_{nj} – коэффициент, учитывающий количество нерезидентов Республики Беларусь в общей интенсивности движения автомобилей j -го типа;

$d_{лч}$ – доля автомобилей j -го типа, находящихся в частной собственности, в общем составе потока интенсивности движения автомобилей j -го типа (рекомендуется применять для легковых – 0,911, для всех остальных типов автомобилей – 0).

Транспортные затраты, связанные с осуществлением перевозочного процесса автотранспортными предприятиями,

$$C_{ij} = Z_{топij} + Z_{смij} + Z_{шиj} + Z_{Аij} + Z_{зчij} + Z_{оij} + Z_{виj} + Z_{нрj}, \quad (5.3)$$

где $Z_{топij}$ – затраты на топливо j -го типа автомобиля, руб.;

- $Z_{смij}$ – затраты на смазочные материалы j -го типа автомобиля, руб.;
 $Z_{шиj}$ – затраты на восстановление износа шин j -го типа автомобиля, руб.;
 $Z_{\Delta ij}$ – затраты на амортизацию j -го типа автомобиля, руб.;
 $Z_{зчij}$ – затраты на запасные части j -го типа автомобиля, руб.;
 $Z_{оij}$ – затраты на обслуживание j -го типа автомобиля, руб.;
 $Z_{вij}$ – затраты на зарплату водителям j -го типа автомобиля, руб.;
 $Z_{нрj}$ – затраты на накладные расходы j -го типа автомобиля, руб.
 Затраты на топливо

$$Z_{топj} = 365N_{ij} \left(\frac{Q_{топij}}{100} L_i + Q_{топij}^n t_i^z \right) C_{топj} (1 - k_{иj}), \quad (5.4)$$

где N_{ij} – среднегодовая суточная интенсивность движения j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дороги, авт./сут.;

L_i – протяженность рассматриваемого i -го участка дороги, км;

$Q_{топij}$ – затраты на топливо в физическом выражении j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, л/100 км пробега;

$Q_{топij}^n$ – затраты топлива при простое в физическом выражении j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, л/ч простоя;

t_i^z – время простоя по i -му участку дороги, ч;

$C_{топj}$ – стоимость топлива, используемого j -м типом автомобиля, руб./л;

$k_{иj}$ – коэффициент, учитывающий количество нерезидентов Республики Беларусь в общей интенсивности движения автомобилей j -го типа.

Потребление топлива в литрах для j -го типа автомобиля на 100 авт.-км пробега определяется по формуле

$$Q_{топj} = \frac{214Q_{иj} + 151Q_{нрj} K_{топj}}{365} (a_{т1j} - a_{т2j} v_j + a_{т3j} v_j^2) + Q_{нрj} q_j, \quad (5.5)$$

где $Q_{иj}$ – линейная норма расхода топлива (л/100 км пробега, или м³/100 км пробега в зависимости от вида топлива) (приложение Ж);

$Q_{нрj}$ – дополнительная норма расхода топлива для грузовых автомобилей и автопоездов на каждые 100 тыс. км (бензина – 2,0 л, дизельного топлива – 1,3 л, сжиженного природного газа – 2,0 м³, сжиженного углеводородного газа – 2,5 л);

- q_j – среднее количество груза, перевозимого одним грузовым автомобилем j -го типа, т;
 $K_{\text{топ}j}$ – коэффициент, учитывающий работу в зимнее время – 1,1 (зимний период – с 1 ноября по 31 марта);
 $a_{\tau 1j}, a_{\tau 2j}, a_{\tau 3j}$ – коэффициенты зависимости изменения потребления топлива j -го типа автомобиля от скорости движения (приложение Ж);
 v_j – средняя скорость движения j -го типа автомобиля, км/ч.

При простоях автомобиля в течение 1 часа с невыключенным двигателем нормативный расход топлива, л/ч, соответствует 5 км пробега:

$$Q_{\text{топ}j}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{топ}j}}{100} \cdot 5, \quad (5.6)$$

где $Q_{\text{топ}j}$ – затраты топлива в физическом выражении j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, л/100 км пробега.

Затраты на смазочные материалы

$$З_{\text{см}ij} = 365N_{ij} \left(\left(\frac{Q_{\text{М}ij}}{100} L_i + Q_{\text{М}ij}^{\text{п}} t_i^3 \right) C_{\text{М}j} \right) (1 - k_{ij}), \quad (5.7)$$

где $Q_{\text{М}ij}$ – расход моторного масла j -го типа автомобиля в физическом выражении на i -м участке дороги, л/100 км;

$Q_{\text{М}ij}^{\text{п}}$ – расход моторного масла при простое j -го типа автомобиля в физическом выражении на i -м участке дороги, л/100 км;

$C_{\text{М}j}$ – стоимость моторного масла, используемого j -м типом автомобиля, руб./л.

Расчет потребности в смазочных материалах на 100 авт.-км пробега и при простое ведется относительно общего расхода топлива для j -го типа автомобиля:

$$Q_{\text{М}ij} = Q_{\text{топ}j} \frac{Q_{\text{нм}j}}{100}, \quad (5.8)$$

где $Q_{\text{нм}j}$ – норма расхода моторного масла, л (приложение Ж).

Затраты от износа шин

$$З_{\text{ш}ij} = 365N_{ij} \left(\frac{Q_{\text{ш}ij}}{10000} L_i + \frac{Q_{\text{ш}ij}^{\text{п}}}{100} t_i^3 \right) C_{\text{ш}j} (1 - k_{ij}), \quad (5.9)$$

где $Q_{шij}$ – износ шин в физическом выражении j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, процентов/100 км пробега;

$Q_{шij}^п$ – износ шин в физическом выражении при простое j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, процентов/100 км пробега;

$C_{шj}$ – средняя стоимость шины, используемой j -м типом автомобиля, с учетом монтажа и балансировки, руб./шт.

Износ выражается в процентах от стоимости новых шин на 100 автомобиле-километров пробега для j -го типа автомобиля:

$$Q_{шj} = \frac{100}{Q_{ншj} \cdot \min\left(0,7; K_{ш} K_{шj} \frac{100 - d_{ш} + d_{ш} K_{шз}}{100}\right)} n_{шj} \cdot 100, \quad (5.10)$$

где $Q_{ншj}$ – эксплуатационная норма пробега одной шины j -го типа автомобиля до списания, км (см. приложение Ж);

$n_{шj}$ – количество ходовых шин на j -м типе автомобиля, включая прицепы и полуприцепы, шт.;

$K_{ш}$ – коэффициент износа шин, для разных типов автомобилей (для автобусов, используемых в условиях междугородних и пригородных перевозок, – 0,85; для грузовых автомобилей, постоянно работающих с прицепами и полуприцепами, – 0,9; для всех остальных автотранспортных средств – 1);

$K_{шj}$ – коэффициент, учитывающий условия движения автомобиля;

$K_{шз}$ – коэффициент, учитывающий износ шин с зимним рисунком протектора; $K_{шз} = 0,9$;

$d_{ш}$ – процент использования шин с зимним рисунком протектора, % (для легковых автомобилей – 20, для всех остальных – 0).

При простое износ выражается в процентах от стоимости новых шин на 1 час простоя для j -го типа автомобиля и определяется по формуле

$$Q_{шj}^п = \frac{5Q_{шj}}{100} n_{шj} \cdot 100, \quad (5.11)$$

где $Q_{шj}$ – износ шин в физическом выражении j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, % / 100 км пробега.

Затраты на амортизационные отчисления

$$З_{Атсij} = 365 N_{ij} \left(\frac{Q_{Атсij}}{10000} L_i + \frac{Q_{Атсij}^п}{100} t_i^3 \right) (C_{тсj} - C_{шj} n_{шj}) (1 - k_{шj}), \quad (5.12)$$

где $Q_{Атсj}$ – амортизационные отчисления транспортного средства с прицепным устройством в физическом выражении j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, % / 100 км пробега;

$Q_{Атсj}^п$ – амортизационные отчисления транспортного средства с прицепным устройством в физическом выражении при простое j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, % / 100 км пробега;

$C_{тсj}$ – стоимость нового j -го типа автомобиля, руб. (приложение Ж).

Амортизация выражается в процентах от стоимости нового автомобиля и прицепного устройства на 100 авт.-км пробега для j -го типа автомобиля и является функцией среднегодовых амортизационных отчислений и ежегодного использования автомобиля и прицепного устройства:

$$Q_{Атсj} = \frac{10000}{V_j \cdot \Gamma_j \cdot \Gamma_{Аавт(пн)j}} K_{п}, \quad (5.13)$$

где $Q_{Атсj}$ – амортизация транспортного средства с прицепным устройством в физическом выражении j -го типа автомобиля на рассматриваемом участке дорожного сооружения, % / 100 км пробега;

V_j – расчетная скорость движения j -го типа автомобиля в потоке, км/ч;

Γ_j – среднегодовое количество часов использования j -го типа автомобиля, часов (приложение Ж);

$\Gamma_{Аавт(пн)j}$ – расчетный срок службы автотранспортного средства j -го типа автомобиля, лет (приложение Ж)

$K_{п}$ – коэффициент, учитывающий прицепное устройство, постоянно находящееся в сцепе с тягачом (1 – прицепного устройства нет, 1,3 – есть).

При простое амортизационные отчисления выражаются в процентах от стоимости нового автомобиля и прицепного устройства на 1 час простоя для j -го типа автомобиля:

$$Q_{Атсj}^п = \frac{\Gamma_{Аавт(пн)j}}{365 \cdot 24} \cdot 100. \quad (5.14)$$

Затраты на потребление запасных частей

$$З_{зчij} = 365 N_{ij} \left(\frac{Q_{зчij}}{10000} L_i + \frac{Q_{зчij}^п}{100} t_i^3 \right) C_{тсj} (1 - k_{иj}), \quad (5.15)$$

где $Q_{зчij}$ – потребление запасных частей в физическом выражении для j -го типа автомобиля на i -м участке дороги, процентов от стоимости нового автомобиля/100 км пробега;

$Q_{зчij}^п$ – потребление запасных частей в физическом выражении при простое для j -го типа автомобиля на i -м участке дороги, процентов от стоимости нового автомобиля/100 км пробега.

Потребление запасных частей выражается в процентах от стоимости нового автомобиля на 100 авт.-км пробега j -го типа автомобиля по формуле

$$Q_{зчj} = (1 + 0,1Q_{топj})(L_{капj})^{KP} \left([\max(3; IRI)a_{1j} + a_{0j}] \cdot 10^{-6} \right), \quad (5.16)$$

где $Q_{топj}$ – потребление топлива для j -го типа автомобиля, л/100 км пробега;

$L_{капj}$ – средний пробег j -го типа автомобиля до капитального ремонта, км (приложение Ж);

KP – коэффициент, учитывающий изношенность парка транспортных средств (приложение Ж);

IRI – средняя ровность на рассматриваемой дороге (участке), м/км;

a_{0j}, a_{1j} – коэффициенты, учитывающие изменение изнашиваемости j -го типа автомобиля в зависимости от состояния покрытия (приложение Ж).

Потребление запасных частей выражается в процентах от стоимости нового автомобиля на 1 час простоя для j -го типа автомобиля и определяется по формуле

$$Q_{зчj}^п = 0,01Q_{топj}^п, \quad (5.17)$$

где $Q_{топj}^п$ – потребление топлива для j -го типа автомобиля в литрах на 1 час простоя.

Затраты на обслуживание автомобиля

$$Z_{оij} = 365N_{ij} \left(\frac{Q_{оij}}{100} L_i + Q_{оij}^п t_i^3 \right) T_{чoj} K_{тарoj} (1 - k_{иj}), \quad (5.18)$$

где $Q_{оij}$ – затраты в физическом выражении на обслуживание j -го типа автомобиля на i -м участке дороги, чел. ч/100 км пробега;

$Q_{оij}^п$ – затраты в физическом выражении на обслуживание j -го типа автомобиля от простоя на i -м участке дороги, чел. ч/100 км пробега;

$T_{чoj}$ – средняя часовая тарифная ставка обслуживающего персонала, руб./ч;

$K_{тарoj}$ – средний коэффициент к часовой тарифной ставке обслуживающего персонала.

Трудозатраты на обслуживание зависят от потребления запасных частей, выражаются в чел. ч на 100 авт.-км пробега для j -го типа автомобиля:

$$Q_{0j} = K_{00j} \left(\frac{Q_{3чj}}{100} \right)^{K_{01j}}, \quad (5.19)$$

где K_{00j}, K_{01j} – коэффициенты, устанавливающие взаимосвязь между величиной трудозатрат и потреблением запасных частей;

$Q_{3чj}$ – потребление запасных частей, выраженное в процентах от стоимости нового автомобиля на 100 авт.-км пробега для j -го типа автомобиля.

Принимаются следующие значения коэффициентов, устанавливающих взаимосвязь между величиной трудозатрат и потреблением запасных частей:

- для легковых автомобилей, в т. ч. с прицепами; пассажирских, грузопассажирских и грузовых легких автомобилей, микроавтобусов: $K_{00j} = 77,14$,

$K_{01j} = 0,547$;

- 2-осных грузовых автомобилей грузоподъемностью от 2 до 5 и свыше 5 тонн; 3-осных грузовых автомобилей: $K_{00j} = 242,03$, $K_{01j} = 0,519$;

- 3-, 4-осных (и более) автопоездов: $K_{00j} = 301,46$, $K_{01j} = 0,519$;

- тракторов и автобусов: $K_{00j} = 242,03$, $K_{01j} = 0,519$;

- легковых автомобилей: $K_{00j} = 293,44$, $K_{01j} = 0,517$.

Трудозатраты на обслуживание зависят от потребления запасных частей, выражаются в чел. ч на 1 час простоя для j -го типа автомобиля:

$$Q_{0j}^{\text{п}} = K_{00j} \left(\frac{Q_{3чj}^{\text{п}}}{100} \right)^{K_{01j}}, \quad (5.20)$$

где $Q_{3чj}^{\text{п}}$ – потребление запасных частей, выраженное в процентах от стоимости нового автомобиля на 1 час простоя для j -го типа автомобиля.

Заработная плата водителя

$$З_{vij} = 365 N_{ij} \left(\frac{Q_{vij}}{100} L_i + Q_{vij}^{\text{п}} t_i^3 \right) T_{чvj} K_{тарvj} (1 - k_{иj}) (1 - d_{алj}), \quad (5.21)$$

где Q_{vij} – трудозатраты водителя j -го типа автомобиля при поездке по i -му участку дороги, чел. ч/100 км пробега;

$Q_{vij}^{\text{п}}$ – трудозатраты водителя j -го типа автомобиля при простое на i -м участке дороги, чел. ч/100 км пробега;

$T_{чvj}$ – средняя часовая тарифная ставка водителя, руб./ч;

$K_{тарvj}$ – средний коэффициент к часовой тарифной ставке водителя (приложение Ж);

$d_{алj}$ – доля автомобилей j -го типа в личном владении.

Трудозатраты водителей зависят от расчетной скорости движения и выражаются в чел. ч на 100 авт.-км пробега для j -го типа автомобиля:

$$Q_{vj} = \frac{100}{v_j} n_{vj}, \quad (5.22)$$

где v_j – расчетная скорость движения j -го типа автомобиля в потоке, км/ч;

n_{vj} – состав экипажа, чел.

Затраты на накладные расходы на i -м участке дороги

$$Z_{нрj} = \left[\left(Z_{топj} + Z_{смj} + Z_{шиj} + Z_{Атсj} + Z_{зчj} + Z_{оij} \right) \times \left(\frac{HP_j}{100} \right) \right] \times \left(1 - d_{алj} \right) + Z_{вij} \quad (5.23)$$

где HP_j – величина накладных расходов для j -го типа автомобиля, % от прямых затрат (рекомендуется 17 %).

5.5 Расчет внутранспортных эффектов

Внутранспортные затраты включают затраты других отраслей народного хозяйства, возникающие в связи с неблагоприятными дорожными условиями.

Годовые потери, связанные с затратами времени населения на поездки на каждом участке, рассчитываются по формуле

$$P_t = 365 C_t^{пас} \left[N_t^{л} B^{л} \left(\frac{L}{v_t^{л}} + t_t^z \right) k_{л} + N_t^{авт} B^{авт} \left(\frac{L}{v_t^{авт}} + t_t^z \right) k_{авт} \right], \quad (5.24)$$

где $C_t^{пас}$ – величина ВВП, приходящегося на 1 чел./ч занятого населения в t -м году;

$N_t^{л}, N_t^{авт}$ – среднегодовая суточная интенсивность движения соответственно легковых автомобилей и автобусов на участке, авт./сут;

$B^{л}, B^{авт}$ – среднее количество пассажиров в одном легковом автомобиле и автобусе (приложение Ж);

$v_t^{л}, v_t^{авт}$ – скорость движения легковых автомобилей и автобусов на участке, км/ч;

$k_{л}$, $k_{авт}$ – коэффициенты, учитывающие количество граждан Республики Беларусь среди пассажиров легковых автомобилей и автобусов соответственно.

Затраты оборотных средств предприятий в связи с пребыванием грузов в пути в году t

$$O_t = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{ij} \Pi_{cj} T_c}{365 \cdot 24}, \quad (5.25)$$

где O_t – среднегодовая стоимость оборотных фондов, постоянно находящихся в транспортном процессе, руб.;

Q_{ij} – количество грузов круглогодичного производства и потребления, перевозимых j -м грузовиком в год t , т;

Π_{cj} – средняя цена 1 т перевозимых грузов j -м грузовиком, определяемая структурой грузооборота;

T_c – время пребывания в пути, сут;

24 – количество часов в сутках.

Затраты оборотных средств предприятий в связи с сезонными перерывами в движении в году t

$$O'_t = \frac{Q'_t \Pi'_{ct} \tau_{pt}^2 E}{288}, \quad (5.26)$$

где Q'_t – количество грузов круглогодичного производства и потребления, находящихся в сезонных запасах и на складах в год t , т;

Π'_{ct} – средняя цена 1 т грузов, находящихся в сезонных запасах, руб./т;

τ_{pt} – продолжительность перерыва в движении транспортных средств, мес.;

E – норма дисконта (в относительных единица измерения);

288 – среднее количество рабочих дней в календарном году, дн.

Потери от ДТП на i -м участке дорожного сооружения, связанные со смертельными случаями (наступившими в течение 30 суток после аварии), рассчитываются для t -го года анализа:

$$\begin{aligned} \Pi_{цит} = & Z \cdot 3,65 \cdot 10^{-4} N_{it} L_i C C_i \cdot 1,45 k_{сиг} \times \\ & \times \left(\sum_{t=0}^{T_c} \frac{ВВП_n}{(1+E)^t} + n_c^{ВСП} ВСП_{км} l_i^{ВСП} + ДСЛ_c ПСЛ \right), \end{aligned} \quad (5.27)$$

где Z – количество дорожно-транспортных происшествий на 1 млн авт./км;

N_{it} – среднегодовая суточная интенсивность движения на i -м участке, авт./сут;

- L_i – протяженность i -го рассматриваемого участка с однородными дорожными условиями, км;
 $СС_i$ – среднее количество смертей на одно дорожно-транспортное происшествие, чел./ДТП;
 1,45 – коэффициент, учитывающий моральный ущерб родным и близким;
 T_c – потенциальная продолжительность трудовой деятельности человека, лет;
 $ВВП_n$ – валовый внутренний продукт республики на душу населения, руб.;
 $n_c^{ВСП}$ – количество вызовов скорой медицинской помощи на один смертельный случай, шт./ДТП ($n_c^{ВСП} = 0,98$ шт./ДТП);
 $ВСП_{км}$ – стоимость вызова скорой медицинской помощи на 1 км пробега, руб./км;
 $l_i^{ВСП}$ – среднее удаление i -го рассматриваемого участка от больницы, км;
 $ДСЛ_c$ – длительность стационарного лечения до того как человек умер, суток ($ДСЛ_c = 3,7$ сут);
 $k_{сиг}$ – коэффициент, учитывающий гибель граждан Республики Беларусь в общем количестве раненых (для местных дорог – 1, для республиканских – 0,89).

Потери от ДТП на i -м участке дорожного сооружения, связанные с тяжелыми и легкими ранениями, для t -го года анализа

$$\begin{aligned}
 P_{рн} = & Z \cdot 3,65 \cdot 10^{-4} PC_i N_{it} L_i \left(\sum_{t=0}^{T_c} \frac{0,7 ВВП_n + ВГ \cdot 12}{(1 + E)^t} k_{тpi} + \right. \\
 & \left. + n_{pi}^{ВСП} ВСП_{км} l_i^{ВСП} + ДСЛ_p ПСЛ + ДАЛ_p ПАЛ \right) k_{риг}, \quad (5.28)
 \end{aligned}$$

- где PC_i – среднее количество ранений в одном дорожно-транспортном происшествии, чел./ДТП;
 0,7 – коэффициент, учитывающий частичную потерю трудоспособности в общем количестве тяжелых ранений с потерей трудоспособности в дорожно-транспортных происшествиях;
 $ВГ$ – средняя годовая выплата пенсий государства за потерю трудоспособности, руб./чел.;
 $k_{тpi}$ – коэффициент количества на i -м участке тяжелых ранений с потерей трудоспособности в общем количестве раненых в дорожно-транспортных происшествиях, зависящий от средней скорости движения;
 $n_{pi}^{ВСП}$ – количество вызовов скорой медицинской помощи на одно ранение, шт./ДТП;

ДСЛ_р – средняя длительность стационарного лечения при ранении, сут
(ДСЛ_р = 14,3 сут);

ПСЛ – стоимость суток стационарного лечения, руб./сут;

ДАЛ_р – средняя длительность амбулаторного лечения при ранении, сут
(ДАЛ_р = 14,3 сут);

ПАЛ – стоимость суток амбулаторного лечения, руб./сут;

$k_{\text{риг}}$ – коэффициент, учитывающий ранения граждан Республики Беларусь в общем количестве раненых (для местных дорог – 1, для республиканских – 0,83).

Потери от ДТП на i -м участке дорожного сооружения в t -м году, связанные с повреждением и транспортировкой транспортных средств,

$$\Pi_{\text{тyit}} = Z \cdot 3,65 \cdot 10^{-4} N_{it} L_{it} \text{УТС}_{it} k_{yi} (\text{СУУ} + \text{РМП}_i), \quad (5.29)$$

где УТС_{it} – среднее количество пострадавших транспортных средств в одном дорожно-транспортном происшествии на i -м участке рассматриваемого дорожного сооружения в t -м году, авт./ДТП;

k_{yi} – коэффициент, учитывающий степень повреждений относительно скорости движения потока автомобилей на i -м участке рассматриваемого дорожного сооружения, руб./авт.;

СУТ – среднее количество выплат страховыми компаниями на одно транспортное средство, руб./авт.;

РМП _{i} – средняя стоимость доставки поврежденного автомобиля с места происшествия до СТО или места постоянной стоянки, руб./авт.

Потери от ДТП на i -м участке дорожного сооружения в t -м году, связанные с повреждением дорожных сооружений,

$$\Pi_{\text{иyit}} = Z \cdot 3,65 \cdot 10^{-4} N_{it} L_i \text{УИ} \text{БСИ}_{it}, \quad (5.30)$$

где УИ – вероятность повреждения инженерных сооружений в одном дорожно-транспортном происшествии (УИ = 0,005);

БСИ _{it} – остаточная балансовая стоимость дорожного обустройства на i -м участке рассматриваемого дорожного сооружения, руб.

Затраты на развитие отраслей материального производства в связи с неблагоприятными дорожными условиями

$$З_{it}^u = N_t a_t \text{Ч}_t, \quad (5.31)$$

где N_t – величина чистой продукции в денежном выражении в расчете на 1 жителя в районе тяготения дорожного сооружения;

a_t – доля капитальных вложений в развитие дорожного хозяйства района в общем объеме инвестиций на его экономическое развитие;

$Ч_t$ – численность населения района, чел.

Потери сельского хозяйства в связи с неблагоприятными дорожными условиями определяются как сумма следующих затрат: связанных с вывозом с полей сельскохозяйственной продукции, использованием тракторов при ее перевозке вместо автотранспорта, запыленностью посевов и проездов по засеянному полю и затрат от снижения качества продукции при перевозках по грунтовым дорогам.

Затраты, связанные с несвоевременным вывозом с полей сельскохозяйственной продукции в году t ,

$$З_{1t}^{cx} = p_t^{cx} V_t^{cx} T_t^B, \quad (5.32)$$

где p_t^{cx} – среднесуточные потери от несвоевременного вывоза сельскохозяйственной продукции в расчете на 1 тыс. т;

V_t^{cx} – объем сельскохозяйственной продукции, подлежащей вывозу с полей в районе тяготения к дорожному сооружению, тыс. т;

T_t^B – сроки вывоза сельскохозяйственной продукции, дн.

Затраты, связанные с использованием при перевозке сельскохозяйственной продукции тракторного парка, вместо автотранспорта в году t

$$З_{2t}^{cx} = C_t^{TP} P_t^{cx}, \quad (5.33)$$

где C_t^{TP} – средняя себестоимость перевозки сельскохозяйственных грузов в расчете на 1 т·км тракторами;

P_t^{cx} – объем транспортной работы, выполняемый тракторами в период бездорожья в районе тяготения к дорожному сооружению, тыс. км.

Затраты, связанные со снижением урожайности культур в связи с запыленностью посевов и проездов по засеянному полю,

$$З_{3t}^{cx} = 0,1 Ц_3 a_3 v_3 L_3, \quad (5.34)$$

где $Ц_3$ – средняя цена сельскохозяйственной продукции в существующих условиях, руб./т;

a_3 – средний сбор продукции с 1 га площади, подвергнутой запылению, т;

v_3 – ширина полосы запыления, м;

L_3 – протяженность грунтовых дорог, км.

Затраты, связанные со снижением качества продукции при перевозках по грунтовым дорогам,

$$З_{КГ}^{сх} = Ц_{н} Q_{с/х} \cdot 10^3, \quad (5.35)$$

где $Ц_{н}$ – средняя цена сельскохозяйственной продукции при транспортировке по грунтовым дорогам, руб./т;

$Q_{с/х}$ – объем сельскохозяйственной продукции, перевозимой по грунтовым дорогам, тыс. т.

Потери от временного изъятия сельскохозяйственных угодий для размещения на них объектов производственной базы строительства и притрассовых карьеров в году t

$$A_{вм} = d_t^{сх} S_t^{сх}, \quad (5.36)$$

где $d_t^{сх}$ – средний доход, получаемый с сельскохозяйственных угодий на 1 га, руб./га;

$S_t^{сх}$ – площадь сельскохозяйственных угодий, временно отводимых для размещения объектов производственной базы строительства и притрассовых карьеров.

При выполнении курсовых и дипломных проектов некоторые затраты могут не рассчитываться по согласованию с руководителем.

5.6 Суммарные результаты от осуществления реконструкции автомобильной дороги

В составе результатов при расчете экономической эффективности инвестиций в реконструкцию автомобильной дороги учитываются следующие виды годовых эффектов (потерь) от их реализации:

1) увеличение дорожных затрат на реконструкцию, ремонт и содержание автомобильной дороги с учетом остаточной стоимости на конец рассматриваемого периода;

2) на транспорте (транспортные):

- сокращение капитальных вложений в автомобильный транспорт в связи с уменьшением времени доставки грузов и пассажиров;

- сокращение затрат на перевозку грузов и пассажиров в результате улучшения дорожных условий;

3) в других отраслях (внетранспортные):

- сокращение потерь времени пребывания в пути пассажиров;

- сокращение потребности предприятий и организаций в оборотных средствах;

- сокращение потерь от дорожно-транспортных происшествий;
- эффект от привлечения дополнительного транзитного движения иностранного транспорта.

Показатели эффективности рассчитываются по методике, представленной в подразделе 3.4. Расчет показателей эффективности проекта реконструкции автомобильной дороги сводится в таблицу 5.11.

При расчете установлено, что в результате реконструкции автомобильной дороги за 20 лет ее эксплуатации **чистый дисконтированный доход** с учетом остаточной стоимости составит **530,3 млрд руб.** (гр. 9, таблицы 5.12).

По сводному сметному расчету стоимость реконструкции составляет 514,5 млрд руб.

Индекс доходности при ставке дисконта 25 % по формуле (3.10) составляет

$$\text{ИД} = \frac{530,3}{514,5} = 1,03.$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется с учетом дисконтирования (25 %) из условия, что чистый дисконтированный доход с нарастанием (гр. 9, таблицы 5.12) – положительный.

Определяется нарастающим итогом сумма денежных поступлений за целое число периодов, которая максимально близка к величине суммарных инвестиций, но не превышает их значение. По данным таблицы 5.12 (155,4 + 134,3 = 289,7 млрд руб. за 2 года).

Рассчитывается непокрытый поступившими доходами остаток инвестиций – (386,0 – 289,7 = 96,3 млрд руб.)

Путем деления непокрытого остатка суммарных инвестиций (96,3 млрд руб.) на величину дохода в следующем году (127,2 млрд руб.), определяется коэффициент характеризующий долю данного периода, которая необходима для образования общей величины периода окупаемости.

Так, 96,3 млрд руб. составляют 0,757 суммы денежных поступлений на 3-м году реализации инвестиционного проекта (127,2 млрд руб.), тогда общий срок окупаемости составит 2 + 0,8 = 2,8 года.

Для определения **внутренней нормы доходности** рассчитаем чистый дисконтированный доход при различных нормах дисконтирования до тех пор, пока ЧДД не примет отрицательное значение на 20-й год (таблица 5.12).

На основе рассчитанных значений чистого дисконтированного дохода при ставке дисконта 25, 56 и 70 %, строится график (рисунок 5.1).

Пользуясь графиком, определяется ВНД = 55,4 %, при которой величина дисконтированных эффектов равна дисконтированным затратам.

Таким образом, реконструкция автомобильной дороги протяженностью 25,12 км II технической категории с переводом в I-в техническую категорию и увеличением радиуса закругления до 3000 м экономически эффективна.

Таблица 5.11 – Расчет показателей экономической эффективности инвестиций в реконструкцию дороги

Год	Затраты на реконструкцию, ремонт и содержание дороги по вариантам		Увеличение затрат при выполнении реконструкции (гр.2 – гр.3)	Уменьшение транспортных затрат	Уменьшение вне-транспортных затрат	Итого выгод (затрат) (гр.5 + гр.6 – гр. 4)	Итого дисконтированных выгод (затрат с учетом остаточной стоимости) при ставке дисконта 25,0 % (гр.7 / (1 + 0,25) ^t)	Чистый дисконтированный доход с нарастающим итогом, млрд руб.
	проектный	базовый						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	512,6	127,0	385,6	–	0,4	–386,0	–386,0	–386,0
2016	5,1	3,9	1,2	115,5	80,0	194,3	155,4	–230,6 (-386,0 + 155,4)
2017	5,1	3,9	1,2	121,0	90,0	209,8	134,3	–96,3 (-230,6 + 134,3)
2018	5,1	52,5	–47,4	121,0	80,0	248,4	127,2	30,9 (-96,3 + 127,2)
2019	75,3	3,9	71,4	132,0	130,0	190,6	78,1	108,9
2020	5,1	3,9	1,2	132,0	65,0	195,8	64,2	173,1
2021	5,1	52,5	–47,4	137,5	105,0	289,9	76,0	249,1
2022	5,1	3,9	1,2	148,5	95,0	242,3	50,8	299,9
2023	75,3	3,9	71,4	148,5	115,0	192,1	32,2	332,1
2024	5,1	52,5	–47,4	154,0	110,0	311,4	41,8	373,9
2025	5,1	3,9	1,2	159,5	145,0	303,3	32,6	406,5
2026	5,1	3,9	1,2	170,5	110,0	279,3	24,0	430,5
2027	75,3	52,5	22,8	176,0	115,0	268,2	18,4	448,9
2028	5,1	123,4	–118,3	181,5	130,0	429,8	23,6	472,6
2029	5,1	3,9	1,2	187,0	140,0	325,8	14,3	486,9
2030	5,1	49,0	–43,9	198,0	135,0	376,9	13,3	500,1
2031	75,3	3,9	71,4	203,5	175,0	307,1	8,6	508,8
2032	5,1	3,9	1,2	214,5	150,0	363,3	8,2	517,0
2033	250,8	3,9	246,9	220,0	165,0	138,1	2,5	519,5
2034	5,1	52,5	–47,4	220,0	145,0	412,4	5,9	525,4
2035	5,1	3,9	1,2	242,0	180,0	420,8	4,9	530,3
В с е р о	1141,1	612,6	528,5	3382,5	2459,58	5313,58	530,3	530,3

Таблица 5.12 – Расчет значений дисконтированных денежных потоков

Год	Итого выгод	Норма дисконта, %					
		25		27		56	
		Итого дискон- тиро- ванных выгод	ЧДД, млрд руб.	Итого дискон- тиро- ванных выгод	ЧДД, млрд руб.	Итого дискон- тиро- ванных выгод	ЧДД, млрд руб.
2015	-386,0	-386,0	-386,0	-386,0	-386,0	-386,0	-386,0
2016	194,3	155,4	-230,6	153,0	-233,0	124,6	-261,5
2017	209,8	134,3	-96,3	130,1	-103,0	86,2	-175,3
2018	248,4	127,2	30,9	121,3	18,3	65,4	-109,8
2019	190,6	78,1	108,9	73,3	91,6	32,2	-77,6
2020	195,8	64,2	173,1	59,3	150,8	21,2	-56,5
2021	289,9	76,0	249,1	69,1	219,9	20,1	-36,3
2022	242,3	50,8	299,9	45,5	265,4	10,8	-25,6
2023	192,1	32,2	332,1	28,4	293,8	5,5	-20,1
2024	311,4	41,8	373,9	36,2	330,0	5,7	-14,4
2025	303,3	32,6	406,5	27,8	357,8	3,6	-10,8
2026	279,3	24,0	430,5	20,1	378,0	2,1	-8,7
2027	268,2	18,4	448,9	15,2	393,2	1,3	-7,5
2028	429,8	23,6	472,6	19,2	412,4	1,3	-6,1
2029	325,8	14,3	486,9	11,5	423,9	0,6	-5,5
2030	376,9	13,3	500,1	10,5	434,3	0,5	-5,0
2031	307,1	8,6	508,8	6,7	441,0	0,2	-4,8
2032	363,3	8,2	517,0	6,2	447,3	0,2	-4,6
2033	138,1	2,5	519,5	1,9	449,2	0,1	-4,5
2034	412,4	5,9	525,4	4,4	453,6	0,1	-4,4
2035	420,8	4,9	530,3	3,5	457,1	0,1	-4,4
Всего	5313,58	530,3	530,3	457,1	457,1	-4,4	-4,4

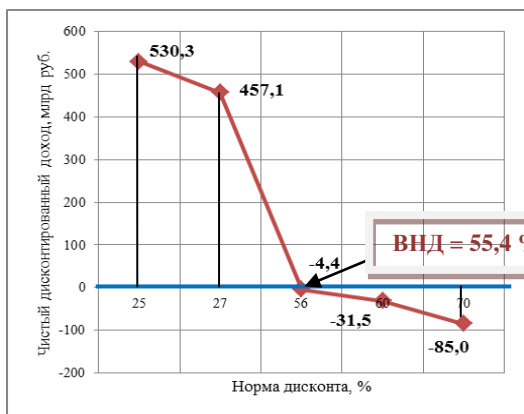


Рисунок 5.1 – Определение внутренней нормы доходности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Михайлова, Э. А. Экономическая оценка инвестиций : учеб. пособие / Э. А. Михайлова, Л. Н. Орлова. – Рыбинск : РГАТА, 2008 – 176 с.
- 2 Экономика железнодорожного транспорта : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / Н. П. Терешина [и др.] ; под ред. Н. П. Терешиной, Б. М. Лапидуса, М. Ф. Трихункова. – М. : УМЦ ЖДТ, 2006 – 801 с.
- 3 Методика определения эффективности инвестиций в строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог / Минск : РУП «Белгипродор», 2005. – 307 с.
- 4 Авсеевко, А. А. Экономическое обоснование решений при проектировании автомобильных дорог : метод. указания / А. А. Авсеевко, Н. П. Кикава. – М. : МАДИ (ГТУ), 2011. – 58 с.
- 5 НРР 8.03.127–2012. Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сб. 27. Автомобильные дороги. – Введ. 2012–01–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2012. – 266 с.
- 6 НРР 8.01.104–2012. Методические указания по применению нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении. – Введ. 2012–01–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2012. – 26 с.
- 7 Пособие к строительным нормам и правилам. Состав проектной документации для строительства автомобильных дорог : П1-2000 к СНБ 1.03.02–96. – Введ. 2000–07–01. – Минск : Комитет по автомобильным дорогам при М-ве трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь; Национальный комплекс нормативно-технических документов в стр-ве, 2000. – 13 с.
- 8 Кикоть, И. И. Финансирование и кредитование инвестиций : учеб. пособие / И. И. Кикоть. – Минск : Выш. шк., 2003. – 255 с.
- 9 ТКП 45-3.03-19–2006 (02250). Автомобильные дороги. Нормы проектирования = Аўтамабільныя дарогі. Нормы праектавання. – Введ. 2006–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2006. – 42 с.
- 10 Инструкции о порядке определения сметной стоимости строительства и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении.
- 11 ТКП 200–2009 (02191). Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования = Аўтамабільныя дарогі. Земляное палатно. Правілы праектавання. – Введ. 2011–09–01. – Минск : М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, 2009. – 139 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Прогнозные индексы цен в строительстве на 2015–2016 гг.

Период	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
Рост на 2015 год	1,0039	1,0034	1,0087	1,0027	1,0031	1,0048
Рост на 2016 год	1,0028	1,0032	1,0036	1,0086	1,0028	1,0024

Окончание приложения А

Период	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Рост на 2015 год	1,0056	1,0067	1,0086	1,0092	1,0104	1,0102
Рост на 2016 год	1,0033	1,0044	1,0072	1,0091	1,0092	1,0101

Примечание – Среднегодовые прогнозные индексы цен в строительстве установлены в размере: на 2015 год – 108,9 %, на 2016 год – 107,4 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

**Межразрядные расчетные коэффициенты
для определения стоимости затрат труда рабочих
на основании стоимости одного человеко-часа 4-го разряда
(извлечение из НРР 8.01.104–2012)**

Средний разряд рабочих	Межразрядный расчетный коэффициент ($K_{\text{мр}}$)	Средний разряд рабочих	Межразрядный расчетный коэффициент ($K_{\text{мр}}$)	Средний разряд рабочих	Межразрядный расчетный коэффициент ($K_{\text{мр}}$)
1,0	0,6369	3,9	0,9859	5,9	1,1993
2,0	0,7389	4,0	1,0	6,0	1,2102
2,1	0,7510	4,1	1,0102	6,1	1,2184
2,2	0,7631	4,2	1,0204	6,2	1,2268
2,3	0,7752	4,3	1,0306	6,3	1,2350
2,4	0,7872	4,4	1,0408	6,4	1,2433
2,5	0,7993	4,5	1,0509	6,5	1,2516
2,6	0,8114	4,6	1,0611	6,6	1,2599
2,7	0,8236	4,7	1,0713	6,7	1,2681
2,8	0,8357	4,8	1,0815	6,8	1,2764
2,9	0,8478	4,9	1,0917	6,9	1,2847
3,0	0,8599	5,0	1,1019	7,0	1,2930
3,1	0,8739	5,1	1,1127	7,1	1,3019
3,2	0,8879	5,2	1,1236	7,2	1,3108
3,3	0,9019	5,3	1,1344	7,3	1,3197
3,4	0,9159	5,4	1,1452	7,4	1,3286
3,5	0,9299	5,5	1,1561	7,5	1,3376
3,6	0,9439	5,6	1,1668	7,6	1,3465
3,7	0,9579	5,7	1,1752	7,7	1,3554
3,8	0,9719	5,8	1,1885	7,8	1,3643

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

**Планово-расчетные цены при производстве
строительно-монтажных работ**

Машина	Стоимость 1 маш-ч, у. е.
Автогрейдер среднего типа 99 кВт (135 л. с.)	17,3
Автогрейдер легкого типа 66,2 кВт (90 л. с.)	11,9
Автогудронатор 3500 л	15,5
Автопогрузчик 5 т	9,5
Асфальтоукладчик широкозахватный импортного производства	56,7
Бульдозер 79 кВт (108 л. с.)	11,4
Бетоноукладчики со скользящими формами	73,6
Машина поливомочная 6000 л	12,5
Машина для нанесения пленкообразующих материалов	13,9
Нарезчик импортного производства для нарезки швов и разделки трещин в асфальтобетоне	13,3
Погрузчик одноковшовый универсальный пневмоколесный 2 т	10,7
Профилировщики основания со скользящими формами	61,6
Распределитель щебня и гравия	15,3
Трактор на гусеничном ходу до 59 кВт (80 л. с.)	9,7
Трактор на гусеничном ходу до 79 кВт (108 л. с.)	10,8
Каток дорожный прицепной на пневмоколесном ходу 25 т	2,3
Каток вибрационный гладковальцовый импортного производства	31,9
Каток вибрационный комбинированный импортного производства	28,4
Каток на пневмоколесном ходу импортного производства	20,0
Каток дорожный самоходный на пневмоколесном ходу 16 т	16,2
Каток дорожный самоходный на пневмоколесном ходу 30 т	18,9
Каток дорожный самоходный гладкий 8 т	8,1
Каток дорожный самоходный гладкий 13 т	9,7
Укладчик асфальтобетона	12,8
Фреза дорожная импортного производства шириной фрезерования 2000 мм	155,2
Финишеры трубчатые	13,1
Экскаватор-планировщик на пневмоколесном ходу	17,1
Экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшем вместимостью 0,65 м ³	13,4
Экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшем вместимостью 0,4 м ³	9,8
Экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшем вместимостью 1,0 м ³	19,3
Автомобиль бортовой грузоподъемностью до 5 т	8,2
Автомобиль бортовой грузоподъемностью до 15 т	11,2
Автомобиль-самосвал грузоподъемностью 8 т	15,7
Автомобиль-самосвал грузоподъемностью 16 т	16,9
<i>Примечание</i> – Стоимость машино-часа рассчитана по состоянию на 01.03.2015 г. и представляет собой среднюю величину.	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**Укрупненные значения сметной стоимости строительных работ
(в ценах на 1 марта 2015 года)**

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, у. е.
<i>Подготовительные работы</i>		
Восстановление трассы на местности	км	81,06
Разбивка осей съездов транспортной развязки, примыканий, переходно-скоростных полос, местных проездов, тротуаров, пешеходных тоннелей и др.	км	81,06
Рубка, разделка трелевка леса	шт	4,43
Корчевка пней, обивка земли	шт	1,03
Рубка кустарника и мелколесья вручную	га	142,56
Вывозка пней и кустарника с погрузкой на среднее расстояние 12 км	т	7,2
Перемещение пней с засыпкой	м ³	1,23
Разработка грунта I группы экскаватором с ковшом вместимостью 1,0 м ³ с погрузкой и транспортировкой для засыпки ям после корчевки на среднее расстояние 8 км	м ³	8,47
Подъем кроны на высоту до 2 м и прореживание леса для обеспечения видимости	га	102,51
Фрезерование асфальтобетонного покрытия	м ²	3,63
Погрузка и транспортировка асфальтогранулята на среднее расстояние 8 км с окучиванием на площадке	т	1,86
Погрузка и транспортировка асфальтогранулята на среднее расстояние 30 км с окучиванием на площадке	т	2,26
Перемещение асфальтогранулята бульдозером мощностью 79 (108) кВт (л. с.)	м ³	0,15
Разборка существующих автобусных остановок	т	67,17
Разборка укрепления из плит бортового камня, плитки тротуарной	т	54,15
Подломка кромок, резка асфальтобетонного покрытия бетоно-резными машинами	м	20,17
Разборка существующих водоотводных лотков	шт.	127,67
Демонтаж дорожных знаков	шт	2,25
Демонтаж сигнальных столбиков (пластик)	шт	6,15
Горно-подготовительные работы при разработке месторождений	га	2826,63
Горнотехническая рекультивация карьеров	га	1585,27
Биологическая рекультивация карьеров	га	114,28
<i>Земляные работы</i>		
Снятие плодородного грунта	м ³	6,4
Снятие растительного грунта I группы с откосов экскаватором планировщиком	м ²	0,41
Разработка выемок	м ³	2,53
Устройство насыпи	м ³	3,84

Продолжение приложения Г

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, у. е.
Разработка грунта I группы с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью, м ³ : - 0,65 (0,5–1); - 0,4 (0,35–0,45); - 1 (1–1,2)	м ³	0,50 0,70 0,46
Разработка грунта I группы в отвал экскаваторами «драглайн» или «обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,4 (0,3–0,45) м ³	м ³	0,40
Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т: - на первый проход по одному следу при толщине слоя 30 см - на каждый последующий проход по одному следу при толщине слоя 30 см	м ³	0,25 0,03
Полив водой уплотненного грунта насыпей	м ³	0,30
Планировка верха земляного полотна	м ²	0,25
Планировка откосов насыпи	м ²	0,65
Планировка откосов выемки кювета и дна кювета	м ²	0,85
Планировка разделительной полосы	м ²	0,21
Укрепление откосов НГСТ	м ²	6,10
Посев трав на откосе существующей насыпи вручную с подсыпкой плодородного грунта и поливом посевов	м ²	6,96
Посев трав механизированным способом	м ²	1,24
<i>Искусственные сооружения</i>		
Устройство дождеприемных колодцев	шт.	644,28
Укладка хризотилцементных труб ВТ9 300–5000 по уплотненному грунту	м	27,06
Укладка полиэтиленовых гофрированных труб Д = 0,315 по уплотненному грунту	м	39,69
Устройство прикромочного лотка из асфальтобетона песчаного типа Д марки П средней толщиной 5 см	м ²	10,20
Устройство железобетонных труб диаметром 1,2 м ТВ 120.25-1-П	шт.	1577,40
Монтаж звеньев железобетонных труб диаметром 0,5 м ТВ 50.25-2-П	шт.	458,96
Монтаж звеньев железобетонных труб диаметром 0,8 м ТВ 80.25-1-П	шт.	1024,84
Монтаж звеньев железобетонных труб диаметром 1,4 м ТВ 140.50-1-П	шт.	2597,00
Монтаж звеньев железобетонных труб диаметром 1,0 м ТВ 100.25-1-П	шт.	1035,56
Монтаж звеньев железобетонных труб диаметром 0,6 м ТВ 60.25-2-П	шт.	501,27
Монтаж звеньев железобетонных труб двухчочковых диаметром 0,6 м ТВ 60.25-1	шт.	748,05
Удлинение железобетонных труб диаметром 1,2 м ТВ 120.25-1-П	шт.	1774,21
Укрепление плитами ПК100.12.е, бетон В25, F200, W6 на слое строительного раствора толщиной 2 см и слое щебня толщиной 10 см: - русла; - откосов	м ² м ²	67,65 72,85
Укрепление откосов семенами трав с планировкой	м ²	13,66

Продолжение приложения Г

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, у. е.
Устройство каменной наброски	м ³	56,64
Заделка проветров монолитным бетоном В25, F200, W6 толщиной 14 см на слое щебня толщиной 10 см: - русла; - откосов	м ² м ²	33,86 49,10
Монтаж блоков упора бетон В25, F200, W6: - БУП 150.40.50е; - БУП 200.40.50е	шт. шт.	163,23 186,62
Монтаж фундаментных блоков - ФБС 24.4.6-С-Н; - ФБС 9.4.6-С-Н	шт. шт.	345,08 225,93
Монтаж стальной оцинкованной гофрированной трубы диаметром 2,6 м, толщина металла – 3,5 мм	м	1788,23
Устройство металлической гофрированной трубы диаметром 2,8 м	м	2201,18
Укладка георешетки из иглопробивного полиэфирного полотна повышенной прочности с ячейками 20 × 20 см высотой 15 см с заполнением ячеек георешетки щебнем фракции 25–60 мм толщиной 15 см	м ²	17,46
<i>Дорожная одежда</i>		
Устройство технологического слоя толщиной 15 см из щебня шлакового неактивного фракции 0–70 мм	м ³	16,46
Устройство нижнего слоя основания из щебеночно-гравийно-песчаной смеси с добавлением шлаковых материалов 50 % по массе зернового состава С5 толщиной 15 см	м ²	4,10
Устройство основания из щебеночно-гравийно-песчаной смеси с добавлением шлаковых материалов 50 % по массе зернового состава С5 толщиной 46 см (нижний слой – 23 см, верхний слой – 23 см)	м ²	10,88
Устройство основания из щебеночно-гравийно-песчаной смеси С6 по методу перемешивания (50 % гранитного щебня фракции 20–40 мм и 50 % гравийно-песчаной смеси С2) толщиной 22 см	м ²	9,40
Устройство основания из асфальтогранулята толщиной 15 см	м ²	3,69
Устройство основания из щебеночно-гравийно-песчаной смеси С5: - толщиной 25 см - толщиной 30 см - толщиной 32 см	м ²	7,29 7,97 8,35
Устройство основания из щебеночной смеси оптимального состава ЦОС–3 (щебень фр. 25–60 мм – 100 %, щебень фр. 5–20 – 21 %, отсев – 14 %): - толщиной 20 см - толщиной 23 см - толщиной 28 см	м ²	9,73 10,42 12,54
Устройство основания из щебеночной смеси оптимального состава ЦОС–7 (щебень фр. 25–60 мм – 100 %, асфальтогранулят – 28 %): - толщиной 20 см - толщиной 28 см	м ²	8,16 10,45

Продолжение приложения Г

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, у. е.
Устройство основания из готовой цементогрунтовой смеси, приготовленной из песчаных, супесчаных грунтов толщиной 16 см	м ²	7,80
Устройство однослойных покрытий из бетонной смеси тяжелой крупностью заполнителя 20–40 мм, класса В30(М400) F200 W4 толщиной 22 см	м ²	16,0
Устройство покрытия и основания из щебеночно-гравийно-песчаной смеси С2 серповидного профиля толщиной 20 см	м ²	6,36
Устройство покрытия из асфальтобетона щебеночного мелкозернистого горячего плотного типа Б марки П: - толщиной 4 см - толщиной 5 см - толщиной 8 см	м ²	7,41 8,27 12,84
Устройство покрытия из асфальтобетона щебеночного крупнозернистого горячего пористого марки I толщиной 8 см	м ²	10,74
Устройство покрытия из асфальтобетона щебеночного крупнозернистого горячего пористого марки II: - толщиной 6 см - толщиной 7 см	м ²	8,32 9,74
Устройство покрытия из асфальтобетона щебеночно-мастичного ЦМСц-I/2,2 на модифицированном битуме толщиной 4 см	м ²	7,93
Устройство покрытия из асфальтобетона щебеночно-мастичного ЦМСц-I/2,2 на модифицированном РБВ-Г битуме толщиной 4 см	м ²	7,93
Устройство выравнивающего слоя из асфальтобетона щебеночного мелкозернистого горячего плотного типа Б марки П	м ³	170,16
Устройство выравнивающего слоя из асфальтобетона щебеночного крупнозернистого горячего пористого марки П	м ³	154,99
Устройство выравнивающего слоя из черного щебня гранитного фракции 5–40 мм	м ³	112,81
Устройство выравнивающего слоя из щебеночно-гравийно-песчаной смеси С5	м ²	2,81
Устройство выравнивающего слоя из асфальтобетона щебеночного мелкозернистого горячего пористого марки II минимальной толщиной 3 см	м ²	4,60
Укладка слоя геосетки ССДор-200 шириной 1,05 м	м ²	17,71
<i>Обустройство дороги</i>		
Устройство горизонтальной разметки	км линии	1,7
Устройство дорожной разметки холодным пластиком	м ²	34,46
Устройство дорожной разметки эмалью	м ²	5,83
Устройство дорожной разметки вертикальной	м	1,50
Устройство шумовых полос горячим термопластиком	м ²	1985,12
Установка ограждений и направляющих устройств	м	90,07
Установка перильного ограждения	п.м	30,60
Установка дорожных знаков	шт.	282,88
Устройство присыпных берм под дорожные знаки (земляные работы)	м ³	6,24

Окончание приложения Г

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, у. е.
Устройство присыпных бERM под дорожные знаки (укрепительные работы)	м ²	4,27
Устройство временных автобусных остановок	шт.	751,28
Разборка временных автобусных остановок	шт.	88,43
Установка оцинкованного металлического одностороннего барьерного ограждения	м	57,45
Установка оцинкованного металлического двустороннего барьерного ограждения	м	143,15
Установка сигнальных пластиковых столбиков	шт.	13,82
Устройство оцинкованного перильного ограждения	м	32,30
Устройство искусственных неровностей	шт.	125,92
Устройство шумозащитного экрана	м	414,73
<i>Прочие работы</i>		
Рекультивация площади, занимаемой временными водоотводными канавами	м ²	0,53
Восстановление плодородия площади, занимаемой временными водоотводными канавами	га	953,7
Разборка объезда для строительства трубы	м ²	1,54
Профилировка существующей гравийной обочины с добавлением щебеночно-гравийно-песчаной смеси С5	м ²	4,29
Профилировка и укрепление существующей гравийной обочины с добавлением шлага	м ²	0,19
Укрепление обочин грунтогранулятом (60 % асфальтогранулята) толщиной 10 см	м ²	1,07
Укрепление обочин грунтогранулятом (60 % асфальтогранулята) толщиной 12 см	м ²	1,13
Укрепление обочин щебнем фракции 5–10 мм и 20–40 мм толщиной 10 см	м ²	4,24
Укрепление обочин щебеночно-гравийно-песчаной смесью С2 толщиной 6 см	м ²	2,50
Укрепление обочин щебеночно-гравийно-песчаной смесью С2 толщиной 10 см	м ²	3,67

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

Объемы работ по строительству автомобильных дорог

Таблица Д.1 – Усредненные объемы земляных работ при строительстве автомобильных дорог

Категория дороги	Объем земляных работ в зависимости от рельефа местности, м ³ /км	
	Равнинный и слабо холмистый	Пересеченный
I	80000–120000	120000–150000
II	50000–80000	80000–100000
III	20000–40000	40000–60000
IV	15000–25000	25000–40000
V	5000–10000	10000–25000

Таблица Д.2 – Обстановка дороги

Категория дороги	Количество конструктивных элементов на 1 км дорог			
	Водопропускные трубы, шт.	Автобусные остановки, шт.	Дорожные знаки, шт.	Барьерное ограждение, м
I	2	0,5	8	120
II	2	0,5	8	120
III	2	0,5	8	90
IV	2	0,3	6	90
V	2	0,3	6	20

Таблица Д.3 – Удельный вес затрат при строительстве автомобильных дорог
В процентах

Затраты	Категория дороги					
	I		II		III	
	Категория рельефа					
	Равнинный и слабо холмистый	Пересеченный	Равнинный и слабо холмистый	Пересеченный	Равнинный и слабо холмистый	Пересеченный
Подготовительные работы	5	5	4	7	5	6
Земляное полотно	13	13	12	12	13	13
Малые мосты и трубы	9	10	12	15	9	11
Дорожная одежда	37	35	34	30	35	31
Обстановка дороги	3	3	3	3	3	4
Прочие затраты	33	35	35	33	36	35

ПРИЛОЖЕНИЕ E
(справочное)

Нормы износа и срок службы объектов дорожного хозяйства

Группа и вид дорожного имущества	Нормативный срок службы, лет	Годовая норма износа, %
Земляное полотно	50,0	2,0
Покрытия:		
- цементобетонные	30,0	2,5
- асфальтобетонные	25,0	4,0
- черные щебеночные и черные гравийные	13,0	5,0
- щебеночные, гравийные	10,0	6,7
- грунтовые, стабилизированные вяжущими материалами, и колеиные железобетонные	12,5	4,0
- слои износа, устраиваемые методом поверхностной обработки; грунтовые профилированные; грунтовые, улучшенные скелетными добавками	33,4	3,0
Мосты:		
- металлические, железобетонные, бетонные и каменные всех видов и конструкций	50,0	2,0
- деревянные и металлические на деревянных опорах	20,0	5,0
Трубы и лотки:		
- железобетонные, бетонные, каменные и чугунные	50,0	2,0
- деревянные	10,0	10,0
- стальные гофрированные	58,0	1,7
Производственные автомобильные дороги, покрытия площадок и аэродромов:		
- цементобетонные	50,0	2,0
- асфальтобетонные, черные щебеночные и черные гравийные	20,0	3,2
- щебеночные, гравийные, грунтовые, стабилизированные вяжущими материалами, и колеиные железобетонные	15,0	6,3
Городские дороги:		
- цементобетонные	26,0	3,8
- асфальтобетонные	18,0	5,5
- битумно-минеральные смеси, черные щебеночные и черные гравийные	13,0	7,5
- щебеночные, гравийные	10,0	10,0
- грунтовые, стабилизированные вяжущими материалами, и колеиные железобетонные	4,0	21,7
Постоянные снегозащитные заборы:		
- железобетонные	30	3,3
- деревянные	15	6,3

Окончание приложения Е

Группа и вид дорожного имущества	Нормативный срок службы, лет	Годовая норма износа, %
Элементы безопасности движения:		
- дорожные знаки металлические	8,0	12,5
- сигнальные столбики:		
железобетонные	30,3	3,3
пластиковые	5,0	20,0
- горизонтальная разметка:		
краской (эмаль)	1,0	100,0
пластиком	3,0	33,3
Пешеходные мосты и тоннели	83,0	1,2
Защитные и другие лесные насаждения:		
- из дуба и хвойных пород	50,0	2,0
- из других пород	40,0	2,5
Железобетонные колодцы	50,0	2,0
Переезды	23,0	4,2
<p><i>Примечание</i> – Составлено на основании Постановления Мин-ва экономики Республики Беларусь от 30.09.2011 № 161 «Об установлении нормативных сроков службы основных средств и признании утратившими силу некоторых постановлений Мин-ва экономики Республики Беларусь»</p>		

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(справочное)

Справочные данные для расчета транспортно-эксплуатационных затрат

Таблица Ж.1 – Показатели, используемые для расчета затрат на топливо и смазочные материалы

Тип автомобиля	Вид топлива	Линейная норма расхода топлива, л/100 км	Рекомендуемые нормы расхода смазочных материалов на 100 литров общего расхода топлива				Коэффициенты потребления топлива в зависимости от скорости движения		
			моторные масла, л	трансмиссионные масла, л	специализированные масла, л	пластичные смазки, кг	a_{r1j}	a_{r2j}	a_{r3j}
Легковые автомобили	Дизельное топливо (ДТ)	7,5	3,2	0,4	0,1	0,3	2,4434	0,0425	0,00028
Пассажирские, грузопассажирские и грузовые легкие автомобили, микроавтобусы	А-92	16,3	2,4	0,3	0,1	0,2	2,4434	0,0425	0,00028
2-осные грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 т до 5 т	А-92	14,7	2,4	0,3	0,1	0,2	1,844	0,027	0,0002
2-осные грузовые автомобили грузоподъемностью более 5 т	ДТ	28,0	2,9	0,4	0,15	0,35	1,844	0,027	0,0002
3-осные грузовые автомобили	ДТ	46,8	2,9	0,4	0,15	0,35	2,51321	0,0447	0,00031
3-осные автопоезда	ДТ	42,8	2,9	0,4	0,15	0,35	2,51321	0,0447	0,00031
4-осные (и более) автопоезда	ДТ	24,7	3,2	0,4	0,1	0,3	2,51321	0,0447	0,00031
Трактора	ДТ	5,5	5,0	0,5	1,0	0,3	1	0	0
Автобусы (междугородные, пригородные и городские)	ДТ	30,5	3,2	0,4	0,1	0,3	2,3	0,046	0,00033
Легкие автобусы	ДТ	18,3	2,1	0,3	0,1	0,25	2,3	0,046	0,00033

Таблица Ж.2 – Показатели, используемые для расчета затрат на потребление запасных частей и износ шин

Тип автомобиля	Марка	Средний пробег автомобиля до капитального ремонта, км	Эксплуатационная норма пробега одной шины до списания	Коэффициент, учитывающий изношенность парка транспортных средств	Коэффициенты, учитывающие изменение изнашиваемости j -го типа автомобиля в зависимости от состояния покрытия	
			$Q_{ншj}$	KP	a_{0j}	a_{1j}
Легковые автомобили, в т.ч. с прицепом	Volkswagen Passat 1.9	239400	50	0,308	36,94	6,20
Пассажирские, грузопассажирские и грузовые легкие автомобили, микроавтобусы	ГАЗель-2705 Комби	239400	60	0,308	36,94	6,20
2-осные грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 т до 5 т	ГАЗ-33023	285700	69	0,371	7,29	2,96
2-осные грузовые автомобили грузоподъемностью более 5 т	МАЗ-5551	258600	93	0,371	11,58	2,96
3-осные грузовые автомобили	МАЗ-5516А8	266600	72	0,371	11,58	2,96
3-осные автопоезда	МАЗ-6501	602000	93	0,371	13,58	2,96
4-осные (и более) автопоезда	IVECO EURO TECH 440E42	602000	120	0,371	13,58	2,96
Трактора	МТЗ-82.1	70000	70	0,371	0,05	0,04
Автобусы (междугородные, пригородные и городские)	МАЗ-152	420000	80	0,483	0,57	0,49
Легкие автобусы	ПАЗ-3205	245000	77	0,483	10,14	1,97

Таблица Ж.3 – Показатели, используемые для расчета амортизационных отчислений, заработной платы водителя и затрат времени населения на поездки

Тип автомобиля	Средний вес автомобиля, тонн	Номинальная <u>пассажироемкость</u> грузоподъемность, чел./т	Расчетный срок службы, лет	Стоимость нового автомобиля, руб.	Среднегодовое количество часов использования, часов	Средний коэффициент к часовой тарифной ставке водителя
Легковые автомобили, в т. ч. с прицепом	1,95	5/–	8	250000000	120	2,08
Пассажирские, грузопассажирские и грузовые легкие автомобили, микроавтобусы	16,3	7/0,95	7	230000000	580	2,33
2-осные грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 т до 5 т	14,7	6/1,2	7	263326500	490	2,29
2-осные грузовые автомобили грузоподъемностью более 5 т	28,0	2/10,0	7	317850000	620	2,29
3-осные грузовые автомобили	46,8	2/19,0	7	650000000	730	2,40
3-осные автопоезда	42,8	2/20,1	7	660150000	1020	2,48
4-осные (и более) автопоезда	24,7	2/20,0	8	1414976635	1540	2,59
Трактора	3,9	1/3,2	10	233377500	700	2,64
Автобусы (междугородные, пригородные и городские)	30,5	145/–	10	1300000000	1090	2,96
Легкие автобусы	18,3	41/–	9	400000000	830	2,72

Учебное издание

Царенкова Ирина Михайловна
Ивуть Роман Болеславович

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ
В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Учебно-методическое пособие

Редактор А. А. П а в л ю ч е н к о в а
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а

Подписано в печать 03.09.2015 г. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 8,06. Тираж 150 экз.
Зак. № 3053. Изд. № 33

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель